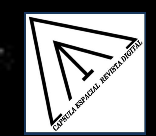
CAPSULA ESPACIAL



Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 19 - 2018



Misión Galileo

Un viaje al Sistema Joviano

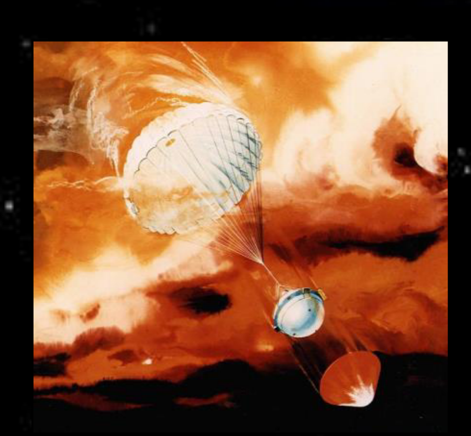


Características técnicas

Instrumentos científicos

Sonda de reentrada atmosférica

Misiones orbitales



Estimados lectores

En un nuevo número de *Capsula Espacial* tratamos la espectacular Misión Galileo que luego de varios aplazos de lanzamiento y de muchos años de espera, finalmente es enviada al planeta mas grande del Sistema Solar, Júpiter, misión en la que también se estudiaron sus lunas, el impacto del cometa SL-9 con el gigante gaseoso y se envío una pequeña nave a las entrañas de su atmósfera, recabando información muy interesante para conocer las características químicas de sus nubes.

Muchas gracias

Biagi, Juan

Contacto



https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.instagram.com/capsula_espacial/



r.capsula.espacial@gmail.com

Portada: En un hecho sin precedentes Galileo suelta a Probe, minisonda de reentrada atmosférica.

Contenido

Misión Galileo

Sistema IUS

Características técnicas

Planta de poder

Instrumentos científicos

Cámara SSI

EUV/UVS (Espectrómetro Ultravioleta Extremo)

NIMS (Espectrómetro Infrarrojo Cercano)

PPR (Foto polarímetro-Radiómetro)

DDS (Subsistema Detector de Polvo)

EPD (Detector de Partículas Energéticas)

HIC (Contador de Iones pesados)

MAG (Magnetómetro)

PLS (Subsistema de Onda de Plasma)

PWS (Subsistema de Onda de Plasma)

HGA (Antena de Alta Ganancia)

LGA (Antena de Baja Ganancia)

Problemas

Probe (Sonda de Reentrada Atmosférica)

Probe, instrumentos científicos

Trayectoria VEEGA (Asistencia Gravitatoria Venus-Tierra-Tierra)

Venus

Tierra-Luna-1

Experimento de detección remota de vida terrestre

Asteroide Gaspra

Tierra-Luna II

GOPEX (Experimento Óptico Galileo)

Asteroides Ida y Dactyl

Cometa Shoemaker-Levy 9, impacto en Júpiter

Júpiter misiones orbitales

Sobrevuelo de las lunas galileanas

Europa

Io

Calisto

Ganímedes

GMM (Misión Galileo Millenium)

Misión Galileo

La misión, se denominó inicialmente Júpiter Orbiter, los trabajos en la nave espacial comenzaron en el Centro Jet Propulsion Laboratory en 1977 cuando las misiones Voyager 1 y 2 estaban siendo preparadas para su lanzamiento, fue bautizada como Misión Galileo en 1978.



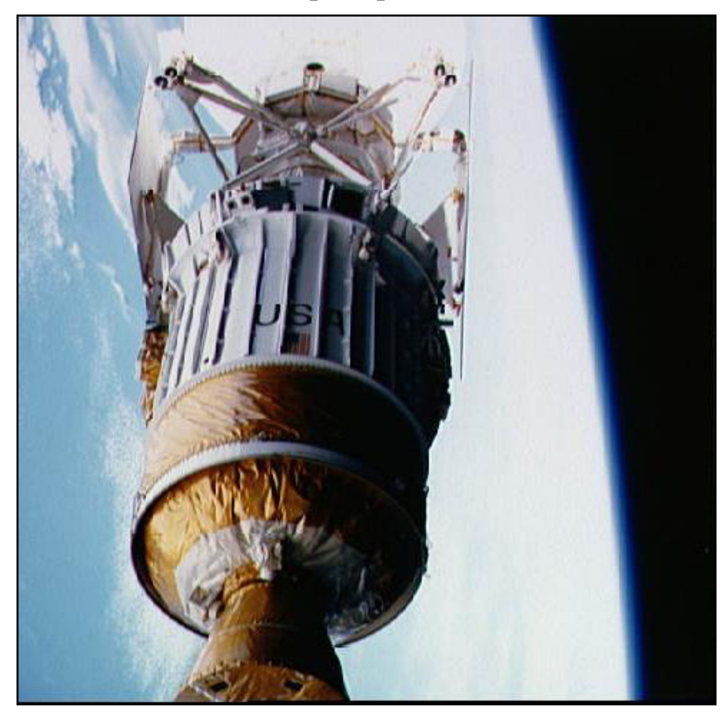
Los primeros planes de para su lanzamiento fueron para el transbordador espacial Columbia en su misión STS-23 el 05-01-1982, pero retrasos en la puesta a punto de la sonda y también en el transbordador debido a pruebas, obligo a que este vuelo fuera cancelado, dejando a la sonda en espera a próximos lanzamientos.

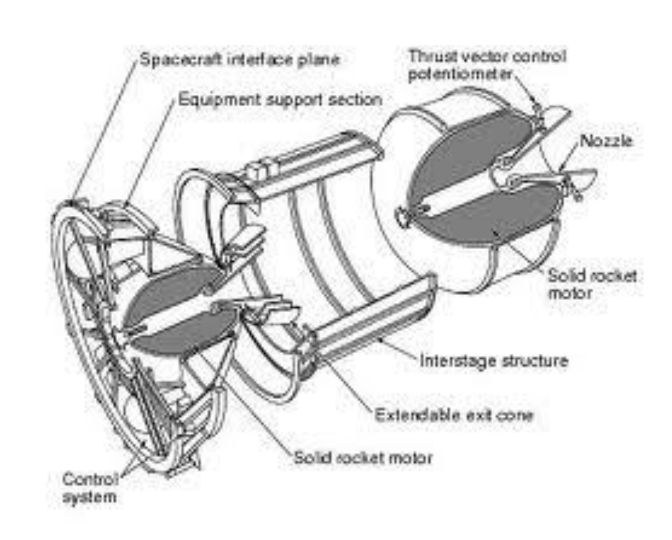
A medida que el programa del transbordador se puso en marcha, la misión Galileo estuvo programada para ser lanzado en 1984, 1985, como también su puesta en vuelo fue prevista a bordo del transbordador Atlantis en su misión STS-61-G que fue también aplazada.

Como la nave sería lanzada desde la bahía de carga del transbordador primeramente se pensó en utilizar un refuerzo de la etapa superior inercial (IUS), pero se cambió por el Centauro-G Upper Stage, luego del desastre del transbordador Challenger se lo considero peligroso, volviendo a utilizar el sistema IUS.

Sistema IUS

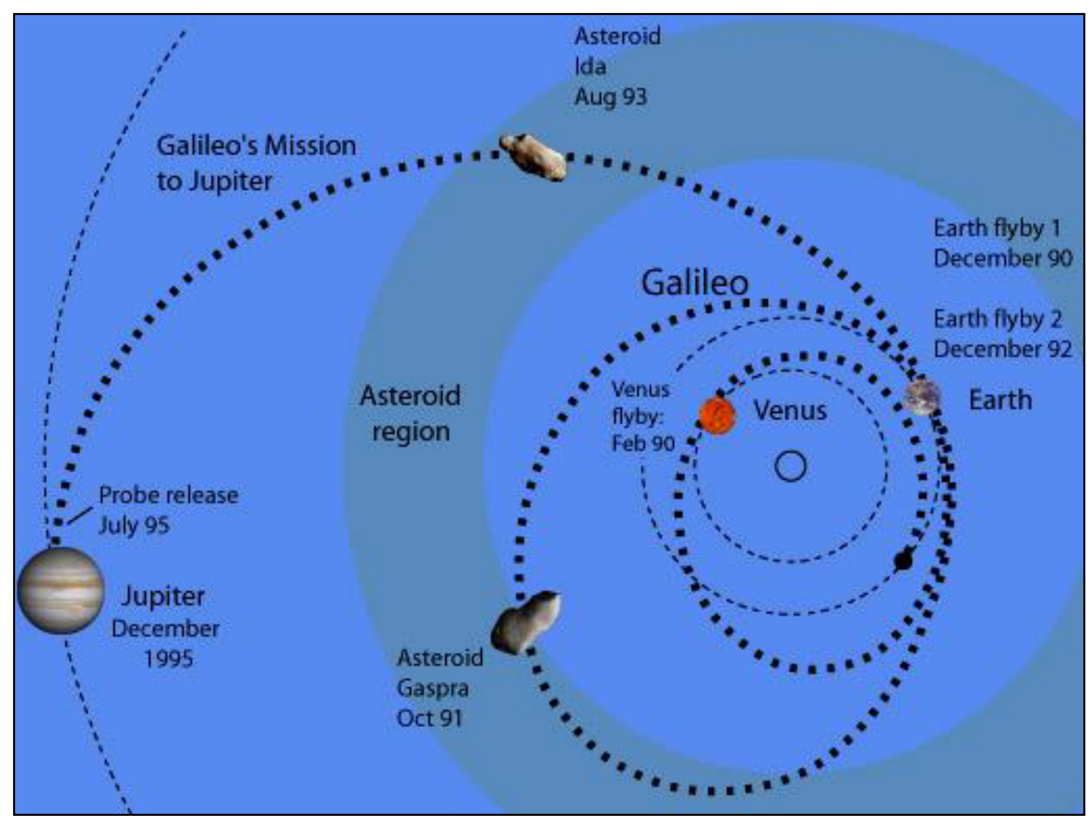
La etapa de refuerzo Centaur-G Upper Stage, de Hidrógeno líquido como combustible permitía una trayectoria directa a Júpiter, pero luego del accidente del transbordador Challenger, los nuevos protocolos de seguridad introducían la prohibición del traslado en su interior de la etapa Centaur-G, lo que obligó a la nave Galileo a usar una etapa superior inercial reforzada de combustible sólido de menor potencia (IUS).



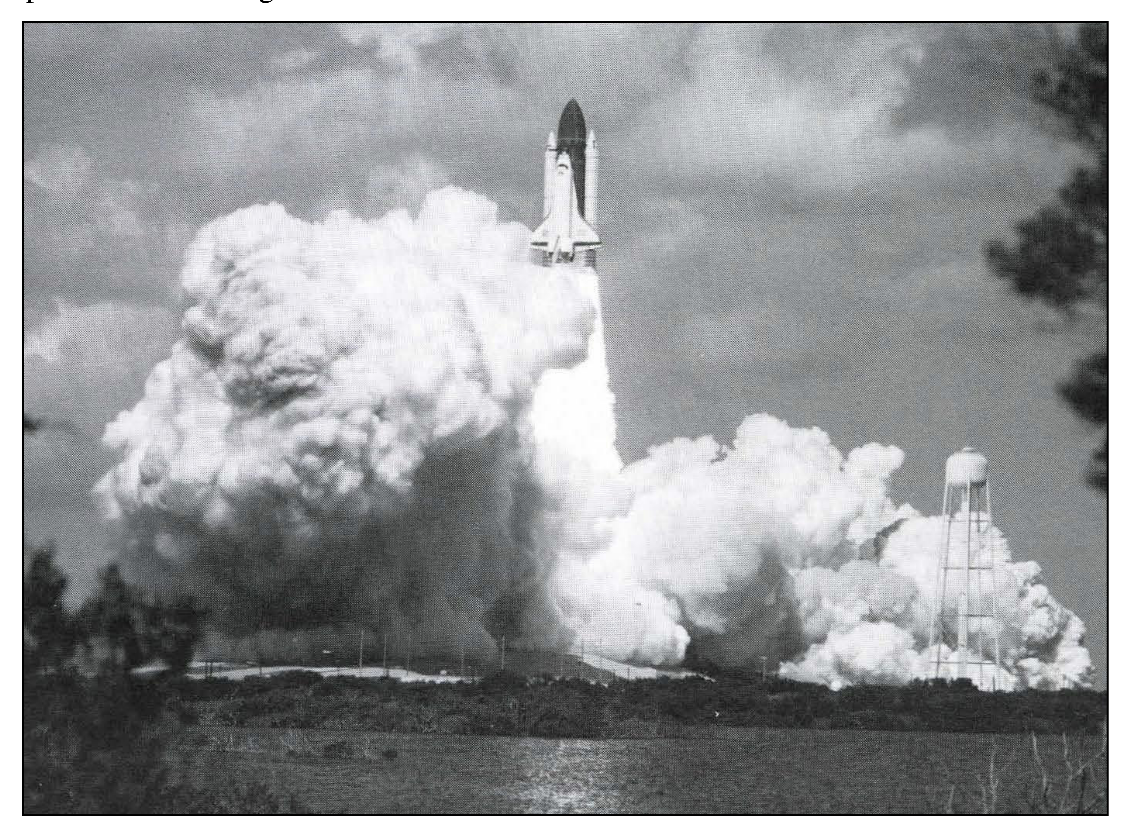


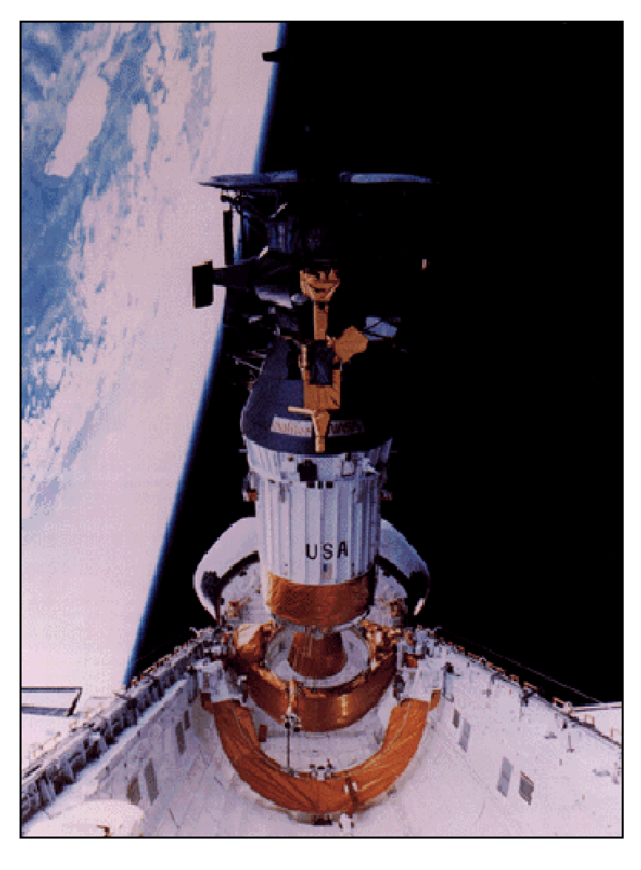
Fotos: Sistema IUS

La misión fue nuevamente perfilada en 1987 para utilizar varias ondas gravitacionales VEEGA Venus-Tierra o maniobras de asistencia de gravedad terrestre para proporcionar la velocidad adicional necesaria para alcanzar su destino.



Finalmente el lanzamiento de la nave se lleva a cabo el 18-10-1989, desde el Pad-39B de Cabo Kennedy a bordo del transbordador espacial Atlantis en la misión STS-34, que ya en órbita es enviada al espacio lanzada desde el compartimiento de carga del transbordador.

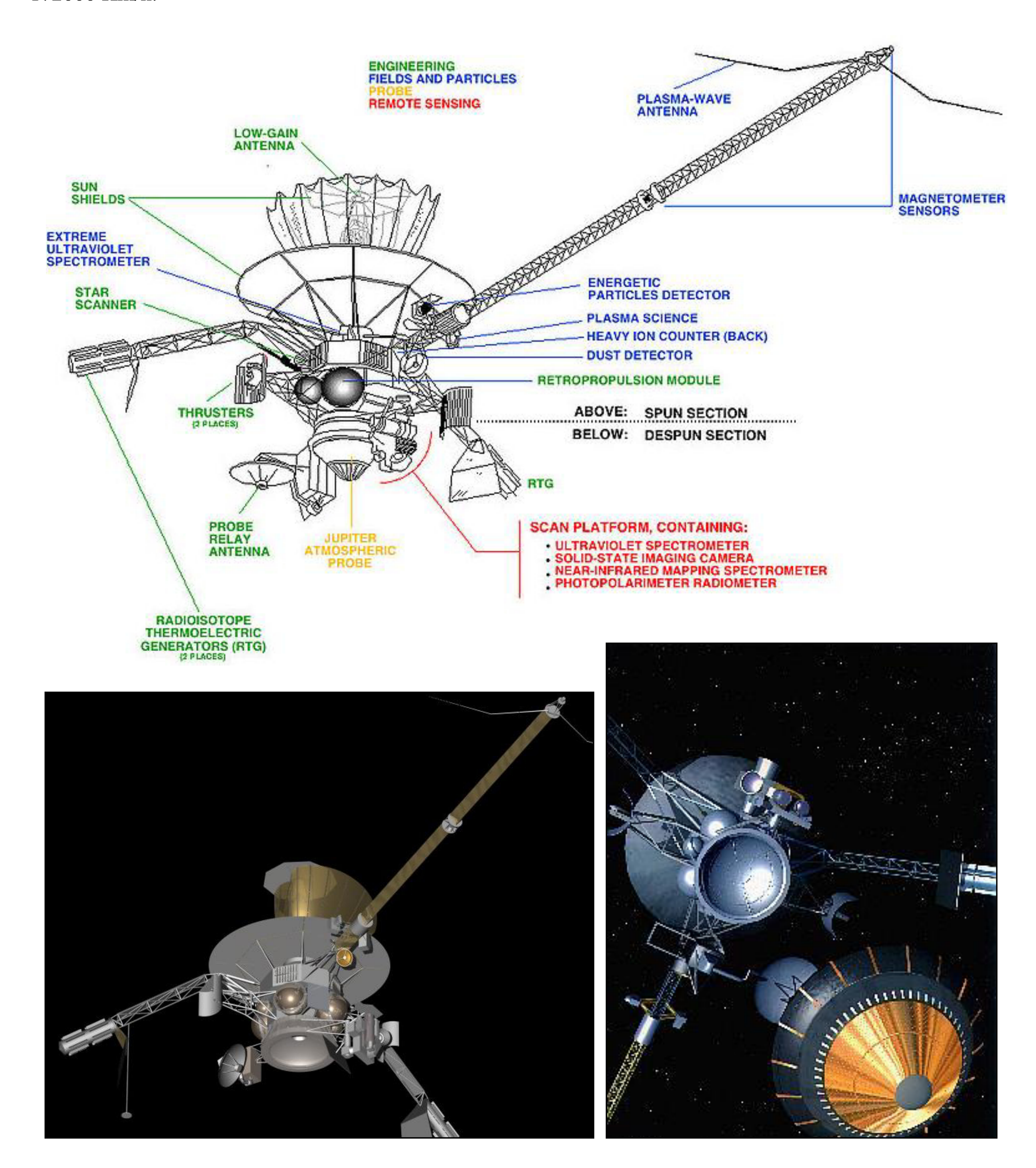


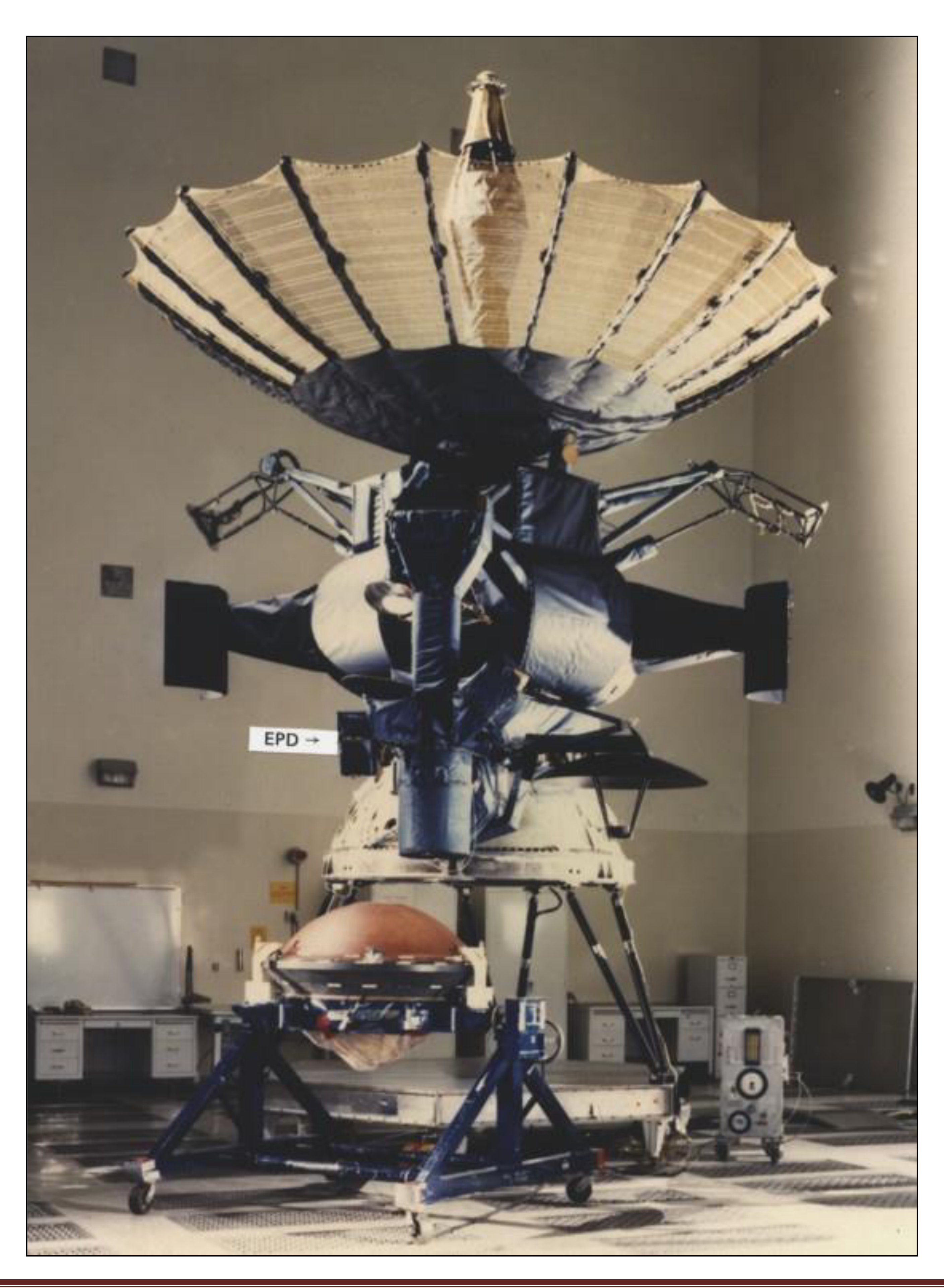




Características técnicas

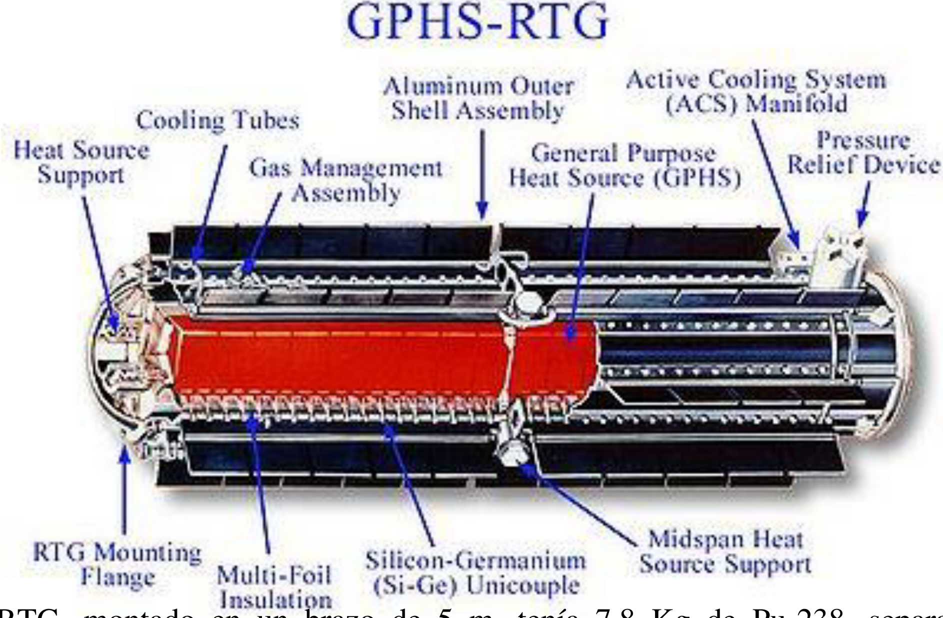
El peso de la sonda Galileo era de 320 Kg, medía 1,3 m; estaba protegida por un escudo térmico capaz de soportar las altas temperaturas producidas durante la reentrada en la atmósfera de Júpiter a una velocidad de 172000 Km/h.




EPD →

Planta de poder

A la distancia de Júpiter al Sol, los paneles solares no eran prácticos, la solución consistió en dos eneradores termoeléctricos de radioisótopos (RTG) del tipo GPHS, que alimentaba la nave espacial a través de la desintegración radiactiva del Plutonio-238, proporcionándole una fuente confiable y de larga duración de electricidad afectados por el entorno espacial frío y campos de alta radiación en el sistema joviano.



Cada GPHS-RTG, montado en un brazo de 5 m, tenía 7,8 Kg de Pu-238, separados en 18 módulos generadores de fuente de calor y cada módulo encerraba cuatro glóbulos de dióxido de Pu, un resistente material cerámico a la fractura, los módulos fueron diseñados para sobrevivir a una serie de accidentes hipotéticos, como una explosión o el reingreso a la atmósfera terrestre seguida de un impacto y las situaciones post-impacto; después del accidente del transbordador Challenger un estudio consideró un blindaje adicional, pero se rechazó en parte porque este tipo de diseño aumentaba significativamente el riesgo de fracaso de la misión.

Una cubierta exterior de grafito proporcionaba seguridad en los ambientes estructurales, térmicos y de erosión potencial en la reentrada atmosférica contra impactos y un revestimiento de iridio de las células de combustible proporcionaban la contención post-impacto.

Los RTG produjeron alrededor de 570 W en el lanzamiento, la potencia de salida inicialmente disminuyó a un ritmo de 0,6 W por mes y fue de 493 W cuando la nave llegó a Júpiter.



Instrumentos Científicos

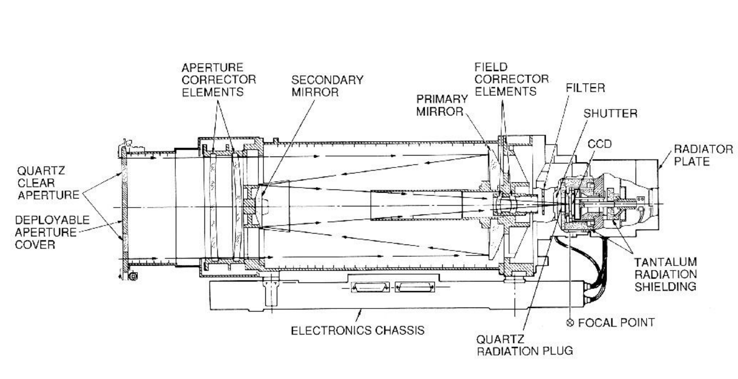
Los instrumentos científicos para medir campos y partículas fueron montados en la sección de giro de la nave junto con la antena principal, fuente de alimentación, módulo de propulsión, computadoras y la electrónica de control.

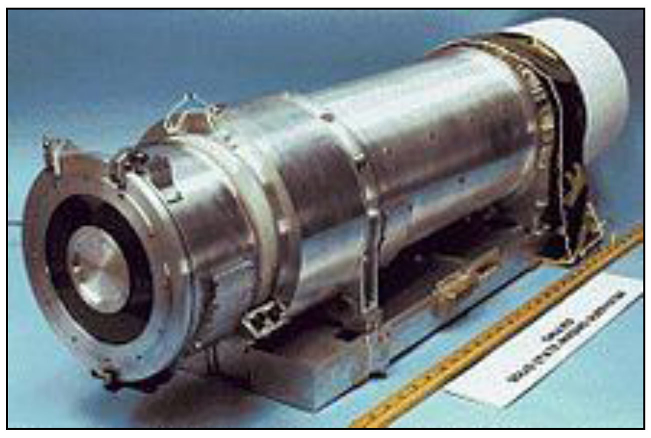
Los 16 instrumentos pesaban un total de118 Kg, incluidos los magnetómetros montados en un brazo de 11 m para minimizar la interferencia de la nave espacial, un instrumento de plasma para detectar partículas cargadas de baja energía, un detector de ondas de plasma para estudiar las ondas generadas por las partículas de alta energía, un detector de partículas y un detector de polvo cósmico y joviano.

También llevó un experimento de ingeniería añadido para evaluar los entornos potencialmente peligrosos cargados de partículas en las cercanías del enorme planeta y un detector UV sobre una antena ubicada en el otro extremo, asociado con el espectrómetro UV en la plataforma de exploración.

Los instrumentos de la sección de exploración incluyeron el sistema de cámaras, espectrómetro de mapeo IR cercano para hacer imágenes multiespectrales y el análisis químico de la superficie lunar, espectrómetro UV para estudiar los gases y el radiómetro foto-polarímetro para medir la energía radiante y reflejada.

Cámara SSI De 800x800 pxl de estado sólido consistía en una serie de sensores de silicio llamado dispositivo de carga acoplada (CCD), la sonda Galileo fue una de las primeras naves en ser equipada con una cámara CCD.





La parte óptica de la cámara fue construida como un telescopio Cassegrain, la luz se recoge por un espejo primario y dirigido a un espejo secundario más pequeño que se canaliza a través de un agujero en el centro del espejo primario y en el CCD.

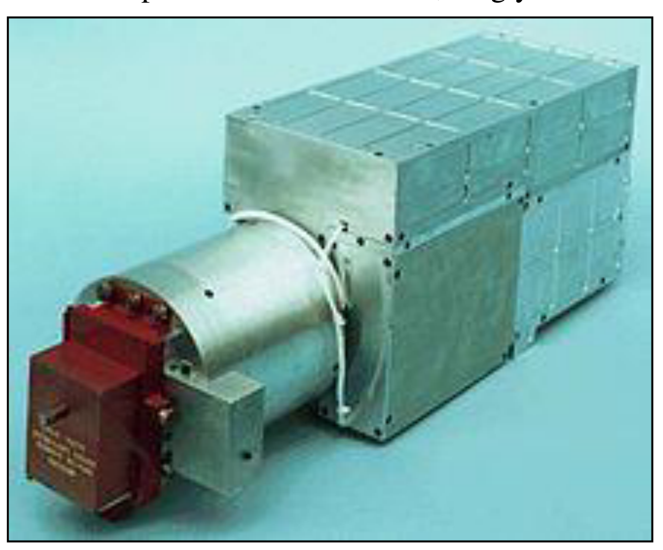
El CCD se protegió de la radiación por medio de una capa de 10 mm de espesor de Tantalio que rodeaba el CCD, excepto cuando la luz entraba al sistema, una rueda de filtros de 8 posiciones se utilizó para obtener imágenes en longitudes de onda específicas, las imágenes se combinaron electrónicamente en la Tierra para producir imágenes en color, la respuesta espectral osciló desde aproximadamente 0,4 a 1,1 micrómetros, su peso era de 29,7 Kg y consumía en promedio 15 W de potencia.

El sistema de cámaras fue diseñado para obtener imágenes de los satélites jovianos con una resolución de 20 a 1000 veces mejor que las sondas Voyager debido a que el CCD era más moderno, más sensible y tenía más amplia la banda de detección de colores que los vidicons de las sondas Voyager.

EUV/UVS (Espectrómetro Ultravioleta Extremo)

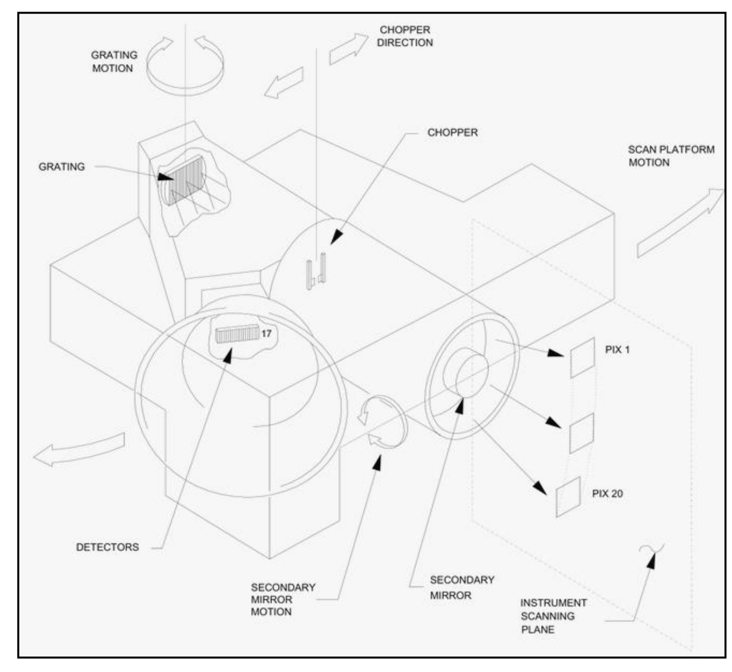
El telescopio Cassegrain de los UVS tenía una abertura de 250 mm y recogía la luz del objetivo de la observación, tanto los UVS e instrumentos EUV utilizaban una rejilla para dispersar la luz para el análisis espectral, la luz pasaba a través de una rendija de salida en tubos foto multiplicadores que producían pulsos o spray de electrones, estos pulsos de electrones se contaban y los números de cuenta constituyeron los datos que se enviaban a la Tierra.

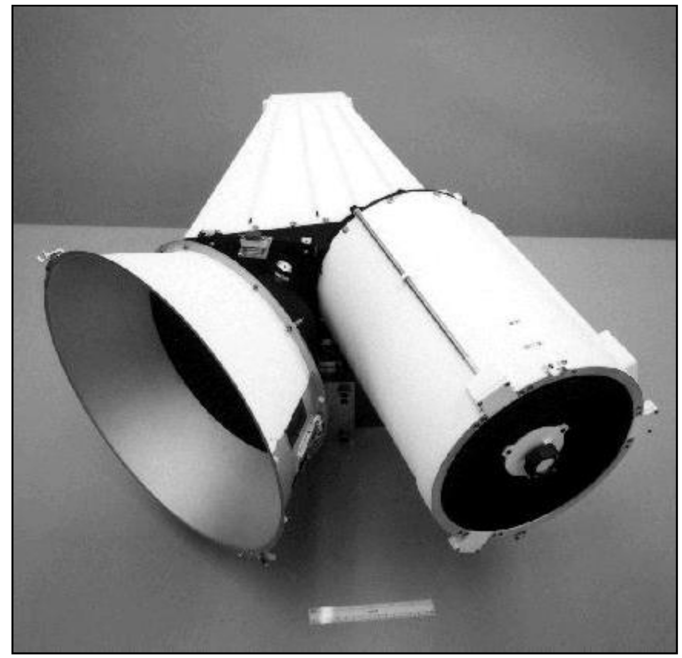
El UVS se montó en la plataforma de exploración de la sonda Galileo y podía señalar a un objeto en el espacio inercial, como Galileo giraba, el EUV observó por una zona estrecha de espacio, perpendicular al eje de giro, los dos instrumentos combinados pesaban alrededor de 9,7 Kg y utilizaban 5,9 W de potencia.



NIMS (Espectrómetro Infrarrojo Cercano)

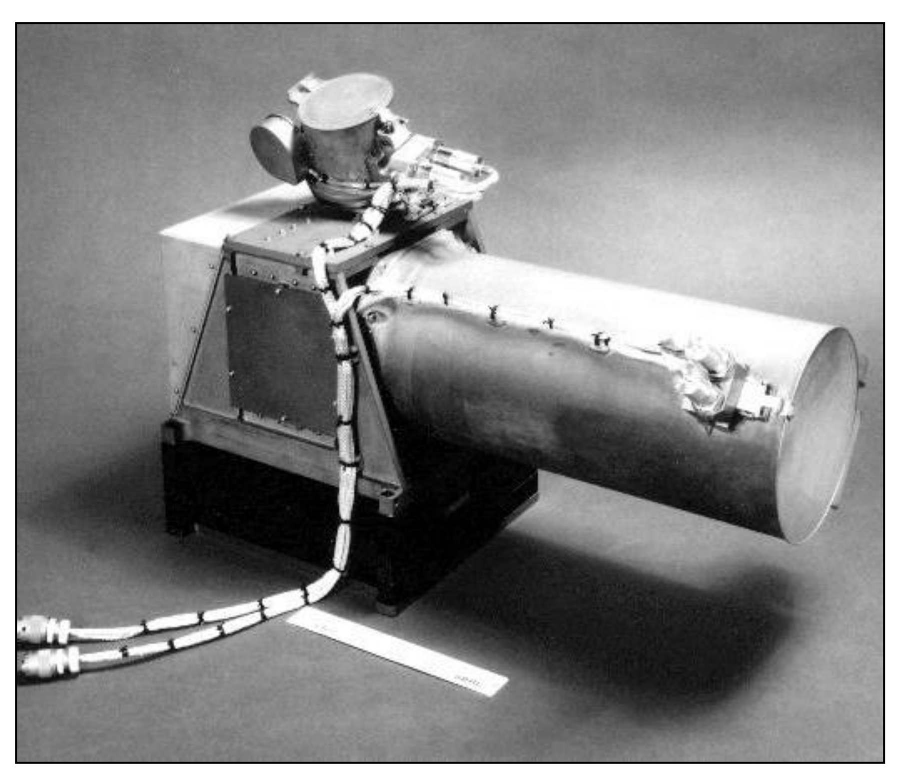
El instrumento NIMS fue sensible a la longitud de onda de 0,7 a 5,2 micras (*1) de luz IR, la superposición de la gama de longitud de onda de la SSI, el telescopio asociado con NIMS era del tipo reflexivo (espejos y lentes) con una abertura de rejilla de 229 mm, el espectrómetro de NIMS usaba una rejilla para dispersar la luz recogida por el telescopio, el espectro de la luz dispersada se centró en detectores de Antimonio, Indio y Silicio; pesaba 18 Kg y utilizaba 12 W de potencia.



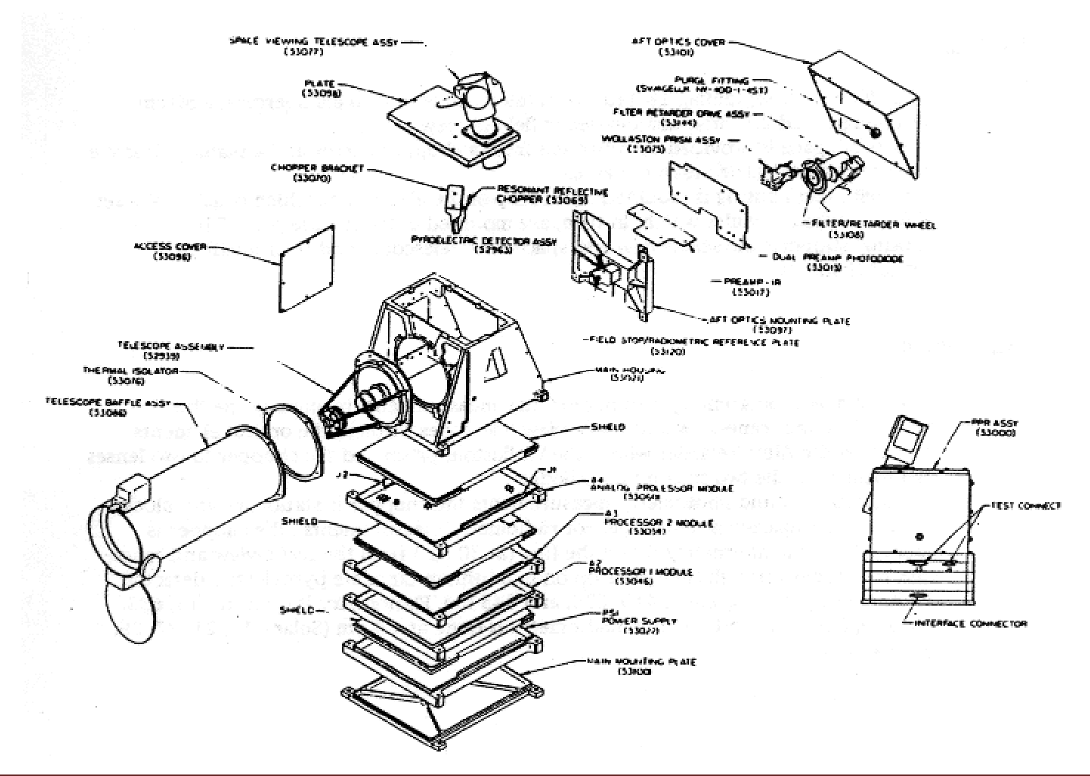


PPR (Fotopolarímetro-Radiómetro)

El PPR tenía 7 bandas de radiometría, uno de ellos no utilizaba ningún filtro y observó toda la radiación entrante, tanto solar y térmica; otra de las bandas permitía sólo la radiación solar, también con este instrumento se midió en 5 canales de banda ancha que extendió el rango espectral desde 17 hasta 110 micras, el radiómetro proporcionó datos sobre las temperaturas de la atmósfera de Júpiter y sus satélites.

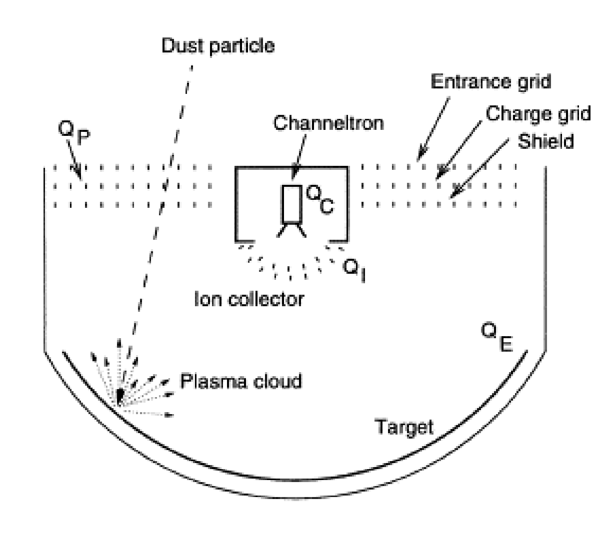


La luz era recogida y dirigida a una serie de filtros y un telescopio reflector de 100 mm de abertura, a partir de ahí, las mediciones fueron realizadas por los detectores del PPR, el peso del equipo rondaba los 5 Kg, consumía alrededor de 5 W, el diseño del instrumento se basaba en el que voló a bordo de la nave Pioneer-Venus.



DDS (Subsistema Detector de Polvo)

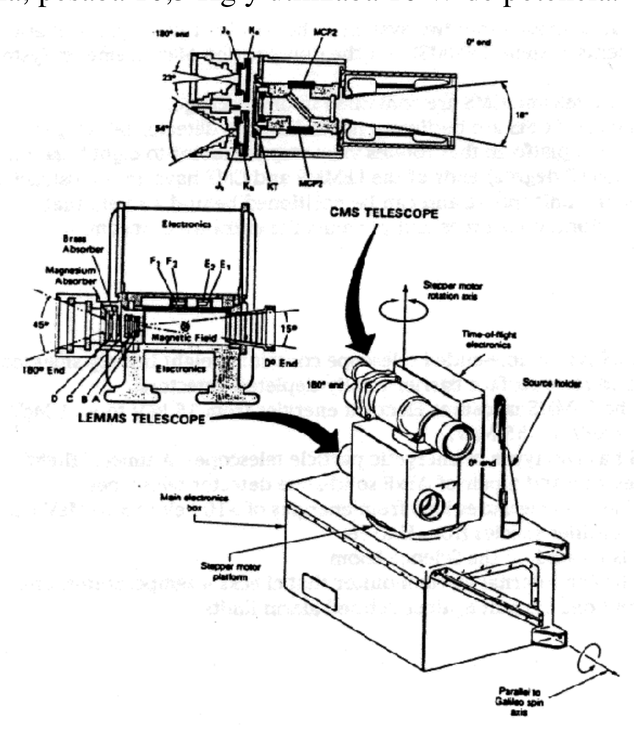
El DDS se utilizó para medir la masa, carga eléctrica y la velocidad de las partículas entrantes, las masas de las partículas de polvo que podía detectar el DDS eran de 10/16 a 10,7 grs, la velocidad de estas pequeñas partículas se puede medir en el rango de 1 a 70 Km/s, el instrumento podía medir las tasas de impacto de 1 partícula por 115 días a 100 partículas por segundo, estos datos se utilizaron para ayudar a determinar el origen y la dinámica del polvo dentro de la magnetosfera, su peso era de 4,2 Kg y utilizaba un promedio de 5,4 vatios.





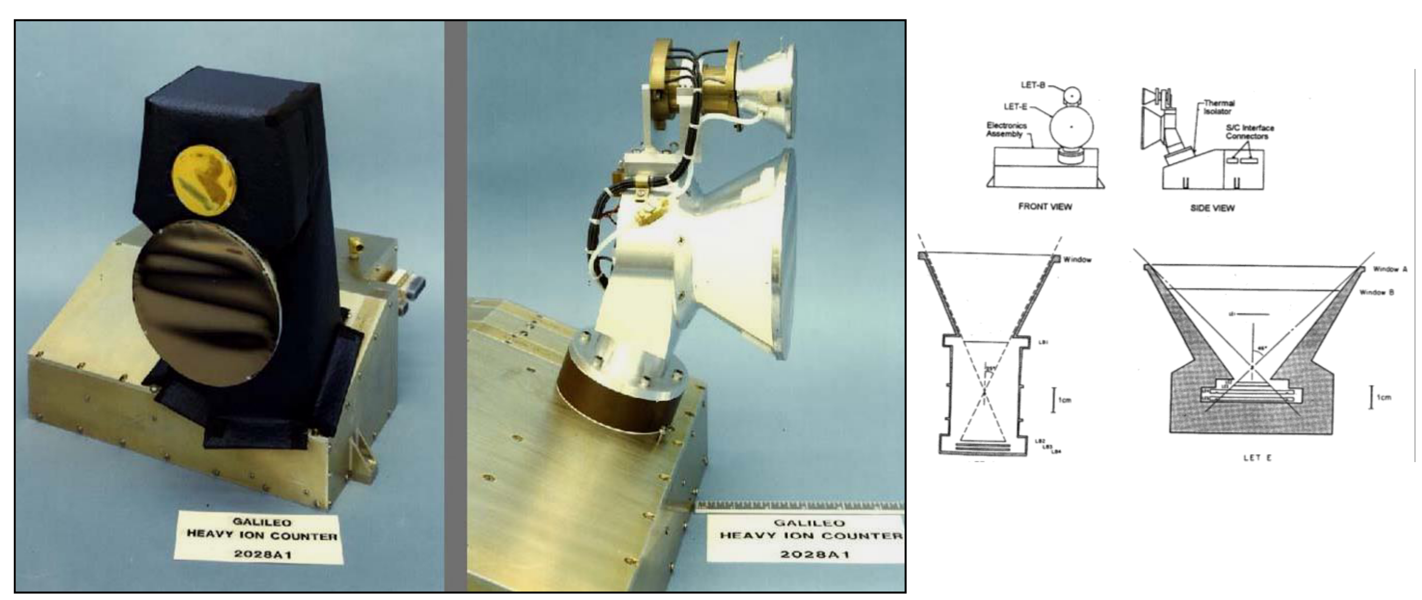
EPD (Detector de Partículas Energéticas

Diseñado para medir el número y energía de iones y electrones cuya energía supera los 20 keV (*2), también podía medir la dirección de desplazamiento de dichas partículas y, en el caso de iones, determinar su composición, el EPD utilizo detectores de Silicio en estado sólido y un sistema detector de tiempo de vuelo para medir los cambios en la población de partículas energéticas en Júpiter, como una función de la posición y el tiempo, estas medidas ayudaron a determinar cómo las partículas tienen su energía y cómo se transportan a través de la magnetosfera joviana; pesaba 10,5 Kg y utilizaba 10 W de potencia.



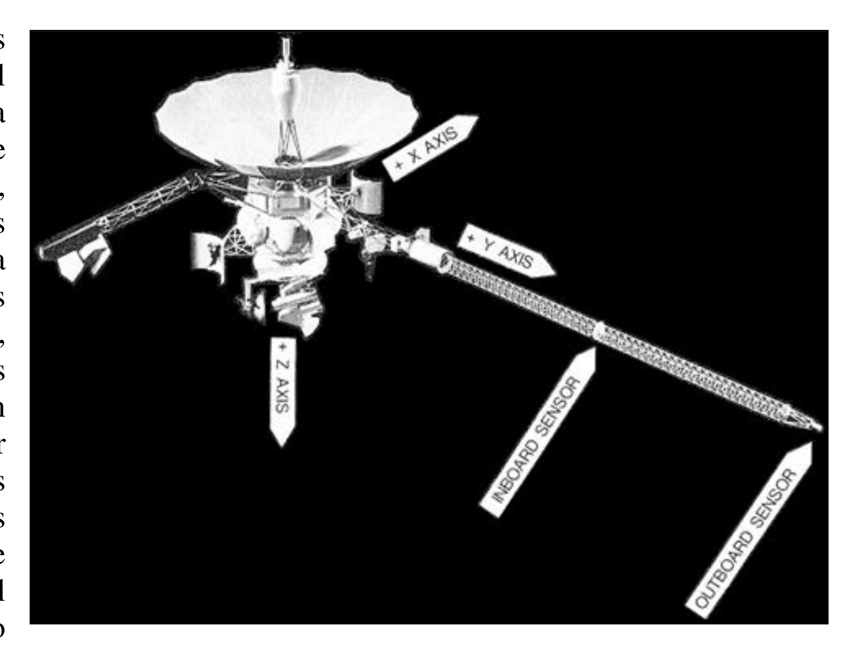
HIC (Contador de Iones Pesados)

Versión actualizada de algunas partes del instrumento científico utilizado para la captación de rayos cósmicos de la sonda Voyager, podía medir iones pesados con energías tan bajas como 6 MeV (*3) y de hasta 200 MeV por nucleón, esta gama incluía todas las sustancias atómicas entre carbono y níquel. HIC y el equipo EUV compartían un enlace de comunicaciones y también tiempo de observación, pesaba 8 Kg y utilizaba 2,8 W de potencia.



MAG (Magnetómetro)

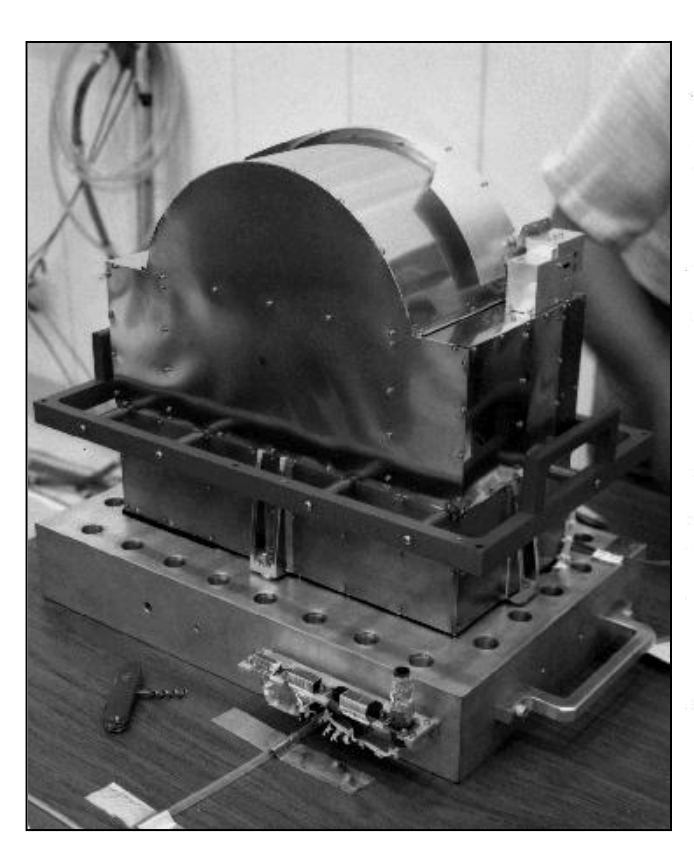
El MAG utilizo dos conjuntos de tres sensores, una serie se encontraba en el extremo de la pluma magnetómetro y, en esa posición, estaba a aprox. 11 m desde el eje de rotación de la nave, el segundo conjunto, diseñado para detectar campos más fuertes estaba a 6,7 m desde el eje de giro, la pluma se utilizaba para minimizar los efectos magnéticos de la nave espacial, sin embargo, no todos estos efectos podían ser eliminados por distanciarse el instrumento. La rotación de la nave espacial se utilizaba para separar campos magnéticos naturales de los inducidos (generados por los instrumentos científicos) una bobina de calibración fue montada rígidamente en la nave espacial para generar una referencia de campo magnético durante las calibraciones.

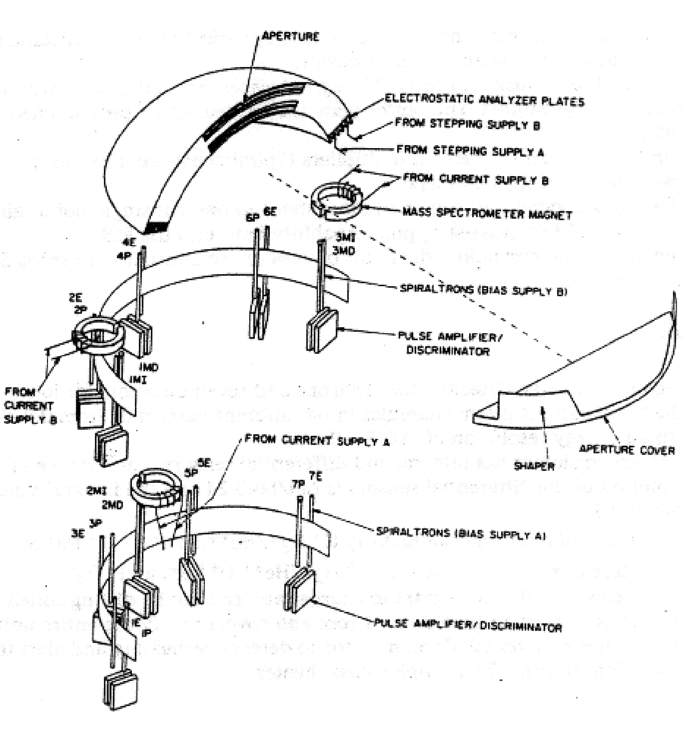


El campo magnético en la superficie de la Tierra tiene una resistencia de aproximadamente 50000 nT (*4) en Júpiter, el conjunto de sensores alejados (pluma de 11m) podían medir fuerzas de campo magnético en el rango de ± 32 a ± 512 nT, mientras que el de 6,7 m de distancia, estuvo activo en el rango de ± 512 a ± 16.384 nT; estos instrumentos tenían un peso de 7 Kg y utilizaban 3,9 W de potencia.

PLS (Subsistema de Onda de Plasma)

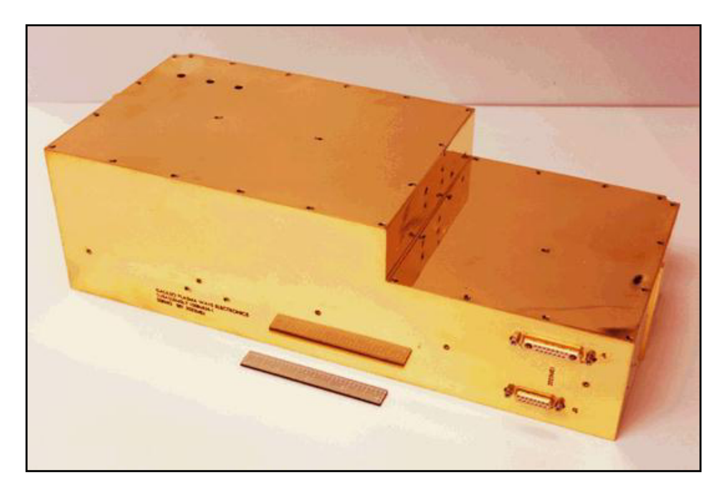
PLS utilizó 7 campos de visión para recoger las partículas cargadas para el análisis de energía y masa. Estos campos de visión cubrían la mayoría de los ángulos de 0 a 180 ° en abanico desde el eje de giro, la rotación de la nave espacial llevaba a cada campo de visión a través de un círculo completo, medía partículas en el rango de energía de 0,9 eV a 52 keV; su peso era de 13,2 Kg y utilizaba un promedio de 10 W de potencia.

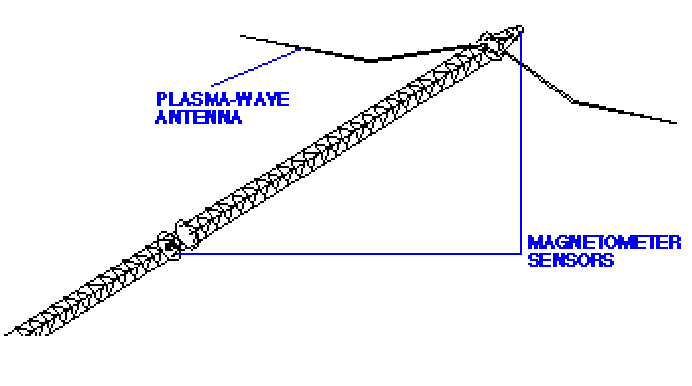




PWS (Subsistema de Onda de Plasma)

Antena dipolo eléctrico utilizada para estudiar los campos eléctricos de plasmas, mientras que dos antenas de bobina magnética estudiaban los campos magnéticos, la antena dipolo eléctrico estaba montada en la punta de la pluma junto al magnetómetro, las antenas de bobina magnética se montaron en el alimentador de antena de alta ganancia, mediciones casi simultáneas del espectro de campo eléctrico y magnético permitían distinguir ondas electrostáticas de las ondas electromagnéticas, pesaba 7 Kg y usaba un promedio de 9,8 W.



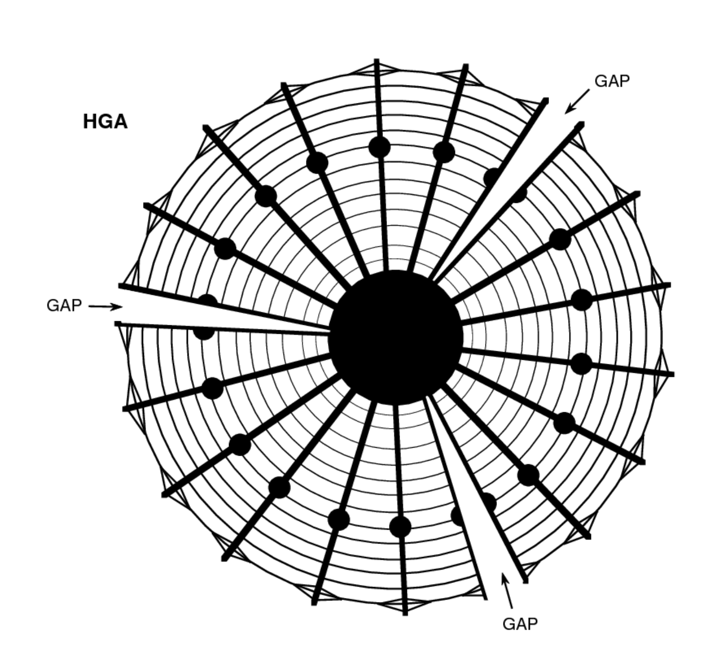


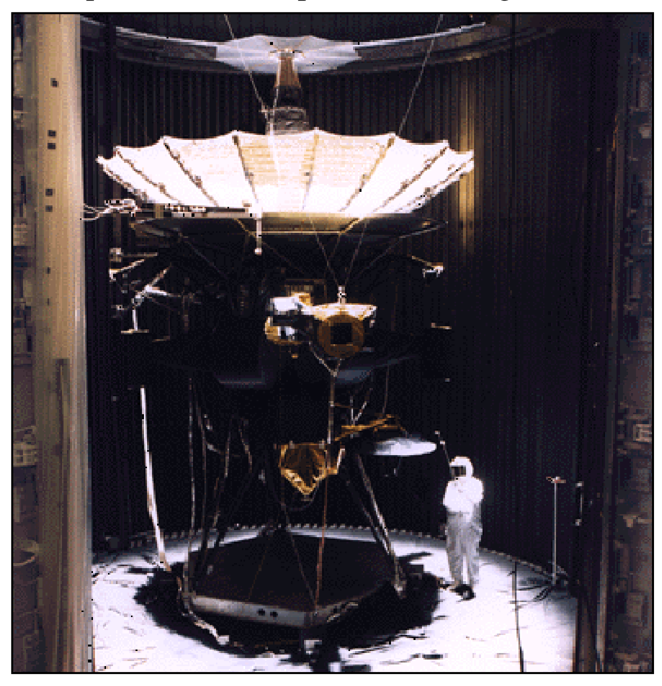
Antenas

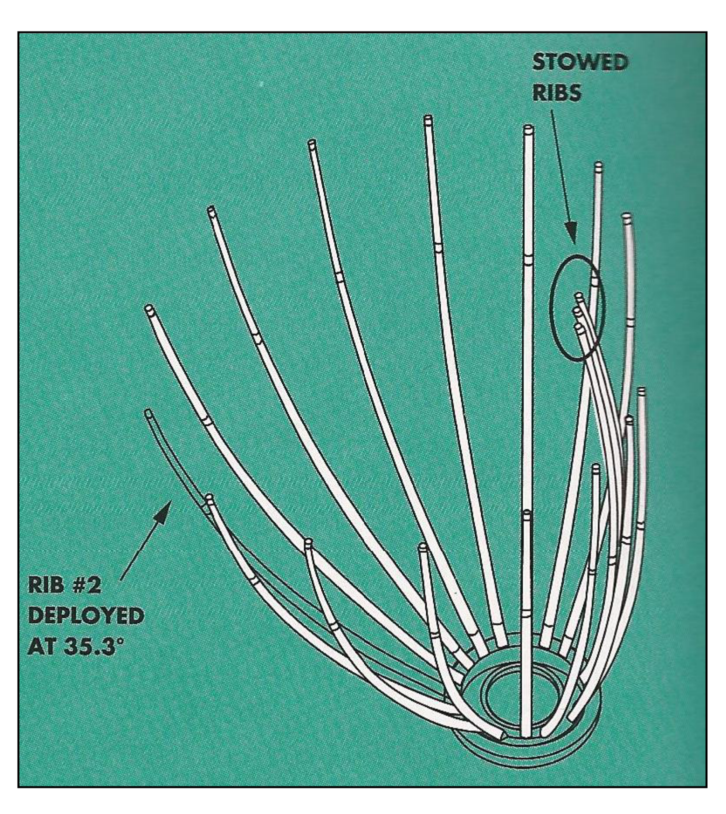
HGA (Antena de Alta Ganancia)

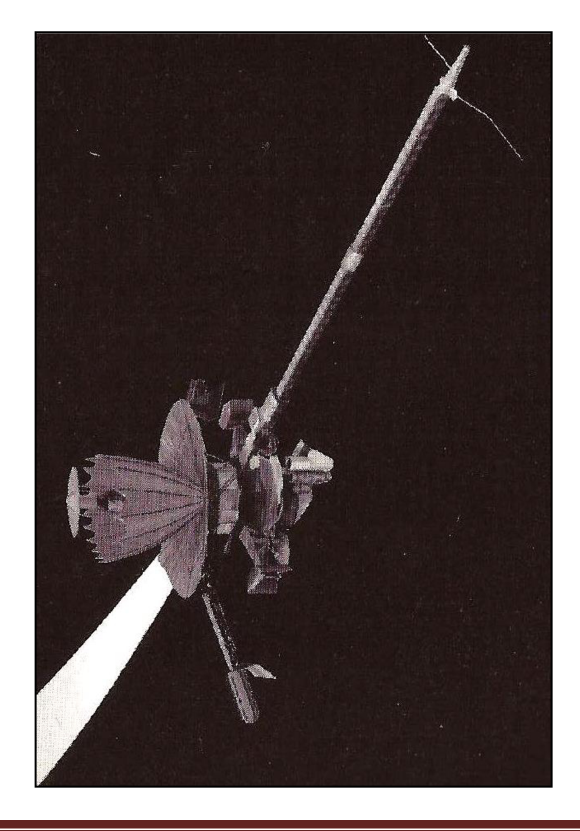
Lamentablemente, la antena de alta ganancia (con una transmisión de 134 Kb/s) no se desplegó completamente después de su primer sobrevuelo alrededor de la Tierra, los investigadores especularon que durante el tiempo en que la sonda Galileo pasó almacenada tras el desastre del Challenger, sus lubricantes se evaporaron generando un daño en el sistema.

los ingenieros intentaron desplegarla totalmente encendiendo y apagando los motores hasta 13000 veces, acelerando su velocidad de rotación hasta el máximo soportable por la nave (10 rpm) sin éxito alguno.









LGA (Antena de Baja Ganancia)

Afortunadamente, la nave poseía una antena adicional de baja ganancia que también era capaz de transmitir información a la Tierra, aunque transmitía una señal de ancho de banda muy bajo (8 a 16 bits/s), transmitía con una potencia de aproximadamente 15 a 20 W, en la Tierra la recepción de dicha señal se hacia por medio de las antenas de 70 m del Deep Space Network (DSN), a tan gran distancia estas señales se recibían con una potencia total de aproximadamente -170 dBm (*5).





A través de la implementación de tecnologías sofisticadas, la red de antenas del DSN y mejoras de sensibilidad a los receptores utilizados para escuchar la señal de Galileo, el rendimiento de datos se incrementó a un máximo de 160 bits/seg, al seguir utilizando la compresión de datos, la tasa de datos podía elevarse a 1000 bits/seg.

Los datos recogidos en Júpiter y sus lunas se almacenaban en una grabadora de cinta a bordo de la nave espacial y luego se transmitían a la Tierra, la reducción del ancho de banda disponible redujo la cantidad total de datos transmitidos a través de la misión, aunque el 70% de los objetivos científicos de Galileo obtuvieron resultados satisfactorios.

***1: Micra**: Unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro (10^{-6} m) Su símbolo es µm.

***2: KeV**: Kiloelectrovoltio, 1 KeV= 103 eV (electronvoltio-eV es una unidad de energía que representa la energía cinética que adquiere un electrón cuando es acelerado por una diferencia de potencial de 1 voltio)

***3: MeV**: Megaelectrovoltio1 MeV = 103 keV

***4: nT**: nanoTesla unidad de inducción magnética (o densidad de flujo magnético)

***5: dBm**: Unidad de medida utilizada en telecomunicación para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica (80 dBm Potencia de transmisión de una estación de radio FM con un alcance de 50 Km)

Problemas

Las naves espaciales son robots hechos por humanos y a pesar de hacerlos buscando una perfección superior a los equipos hechos en la Tierra, pueden llegar a tener problemas a millones de Km del que es imposible ir a repararlos, para eso se utiliza el ingenio de los técnicos que la crearon para dar con una solución, que muchas veces da resultado, gracias a esas ideas sabemos mucho mas de planetas tan lejanos como lo son los planetas gaseosos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno).

Al no poder desplegarse completamente la antena de alta ganancia, significó que el almacenamiento de los datos en la grabadora de a bordo para la compresión y la reproducción más tarde fuera absolutamente crucial para obtener cualquier información sustancial de los sobrevuelos de Júpiter y sus lunas.

En octubre de 1995, Odetics Corporation había fabricado una grabadora de cinta digital de 4 pistas para la sonda con una capacidad de 114 Mb como grabadora digital, quedó atrapada en modo rebobinar durante 15 horas antes de que los ingenieros se dieran cuenta de lo que había sucedido, enviaron órdenes a la nave para apagarla; aunque la propia grabadora estaba todavía en condiciones de funcionamiento, éste era defectuoso y posiblemente dañaría una longitud de cinta en el extremo de la bobina, al suceder este incidente sólo semanas antes de que la sonda Galileo entrara en órbita alrededor de Júpiter, se le solicitó a los ingenieros sacrificar la adquisición de datos de casi todas las observaciones de Io y Europa durante la fase de inserción en órbita con el fin de centrarse exclusivamente en el registro de datos enviados durante el descenso de la sonda Probe en Júpiter.

A los 10 minutos después del máximo acercamiento del sobrevuelo de Amalthea, la nave dejo de recopilar datos, apago todos sus instrumentos y entró en modo seguro, al parecer como resultado de la exposición a la intensa radiación ambiental de Júpiter, aunque la mayor parte de los datos de Amalthea ya estaban guardados, se descubrió que la grabadora se negaba a responder a los comandos para reproducir los datos, después de semanas buscando una solución con un repuesto idéntico en la Tierra, se determinó la causa de la avería y se procedió a enviarles datos para recuperarla; finalmente la transmisión completa a la Tierra de todos los datos grabados del sobrevuelo de la luna Amalthea tuvieron éxito.

La radiación ambiental de Júpiter causo más de 20 anomalías en el transcurso de la misión, a pesar de que la radiación excedía su límite de diseño la nave sobrevivió a todas estas anomalías, soluciones alternativas se encontraron finalmente para todos estos problemas y la sonda nunca se hizo completamente no funcional por la radiación de Júpiter, los límites de radiación para las computadoras de abordo se basaban en datos de las naves Pioneer 10 y 11.

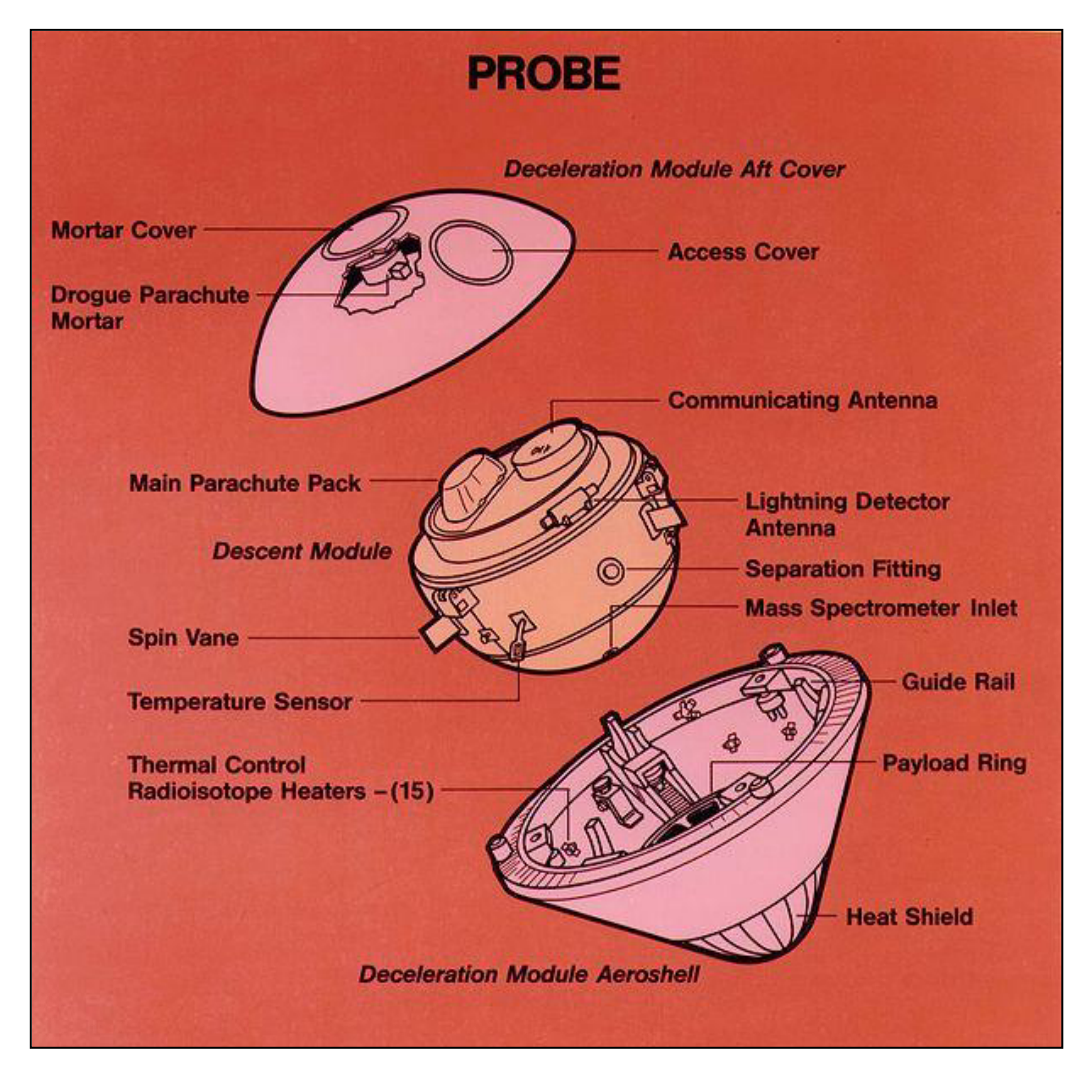
Un efecto típico de la radiación fue que varios de los instrumentos científicos sufrieron el aumento de ruido, mientras que dentro de los 700000 Km de Júpiter la cámara SSI comenzó a producir imágenes totalmente blancas cuando la nave era golpeada por las eyecciones de masa coronal de forma excepcional, esto paso en el año 2000 y volvió a hacerlo en posteriores acercamientos a Júpiter.

Debido al entorno de radiación, se perdió un detector de giro, y el giróscopo de la nave fue sesgado.

El efecto más grave de la radiación fueron las corrientes de fuga en alguna parte del bus de energía de la nave muy probablemente a través de los cepillos en un cojinete de giro en las secciones de conexión del rotor y el estator del orbitador, estas fugas de corriente generaban un reinicio de la computadora de a bordo y lo hacía entrar en modo seguro, los reajustes se produjeron cuando la nave estaba cerca de Júpiter, un cambio en el software se hizo en abril de 1999 que permitió que se restableciera y recuperara automáticamente a fin de evitar el modo seguro.


NASA

Probe (Sonda de Reentrada Atmosférica)



La sonda Galileo sirvió de nave nodriza de una pequeña sonda de reentrada atmosférica al gigante gaseoso.

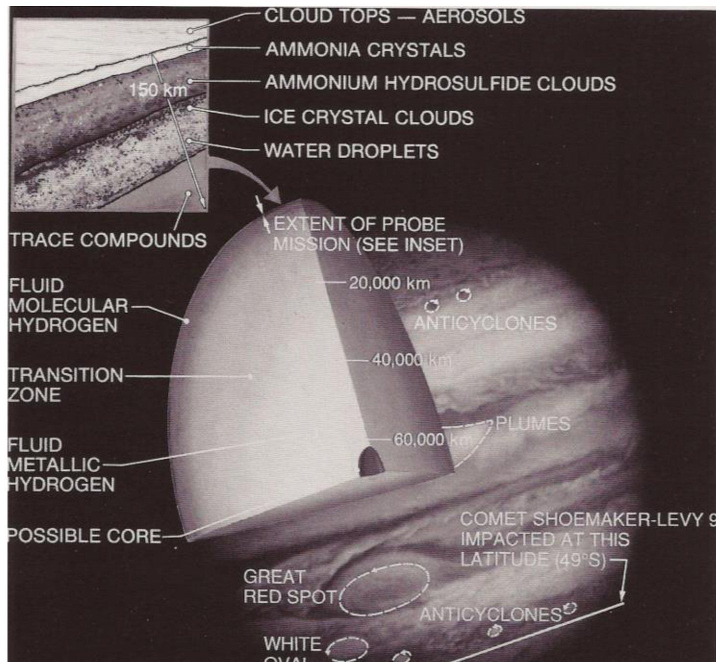
Probe (*1) de 339 Kg, fue construida por la compañía Hughes Aircraft y el Centro NASA/Ames, tenía 1,3 m de ancho, los instrumentos científicos fueron protegidos del calor extremo y la presión durante su viaje en la atmósfera joviana a 172000 Km/h con un escudo térmico que aguantaba hasta 3900 ºC.

Lanzada desde la nave principal en julio de 1995, cinco meses antes de llegar a Júpiter, entró en su atmósfera sin aerofrenado, Probe redujo su velocidad de llegada (172000 Km/h) a velocidad subsónica (debajo de los 1200 Km/h) en menos de 2 minutos, fue la reentrada atmosférica más difícil jamás intentada, la sonda tuvo que soportar 230 g (230 veces la gravedad terrestre) el escudo térmico perdió 80 de los 152 Kg iniciales.

La NASA construyó un laboratorio especial denominado Giant Planet Facility para simular la carga de calor (que era similar a la de calentamiento convectivo experimentado por una ojiva ICBM al entrar en la atmósfera combinado con el calentamiento radiactivo de una explosión termonuclear)

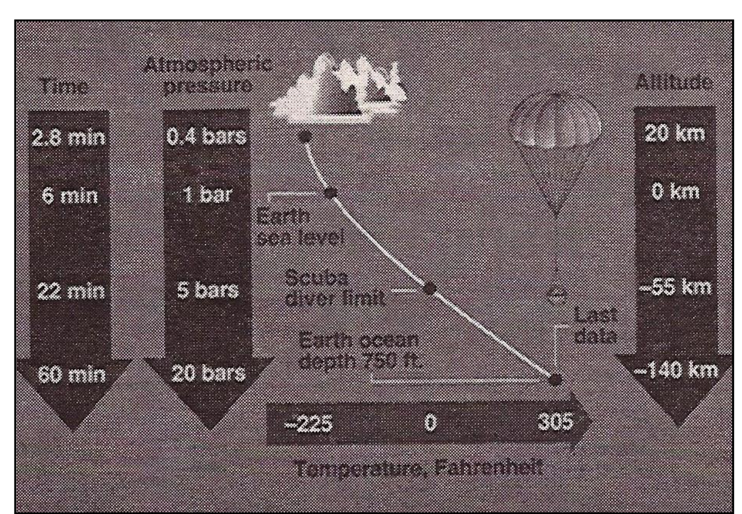
***1:** En la búsqueda de datos solo aparece el nombre Probe de esta minisonda de reentrada atmosférica.

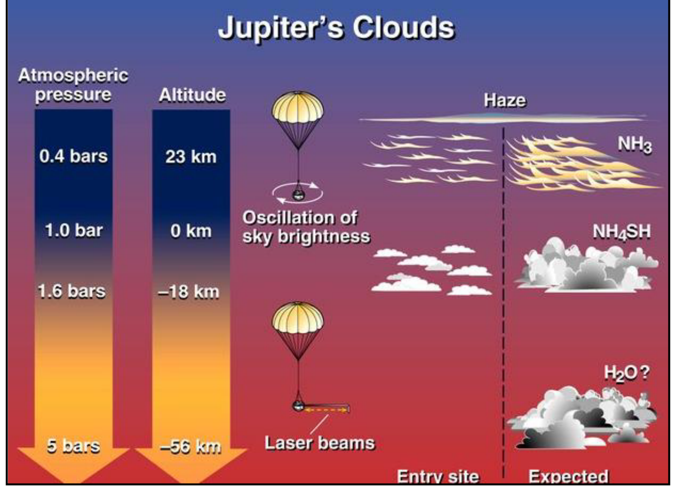




Arr izq.: Lugar reentrada de Probe por el Telescopio Espacial Hubble.

Arr. der.: Grafico de la atmósfera de Júpiter y 150 Km de reentrada atmosférica de Probe.





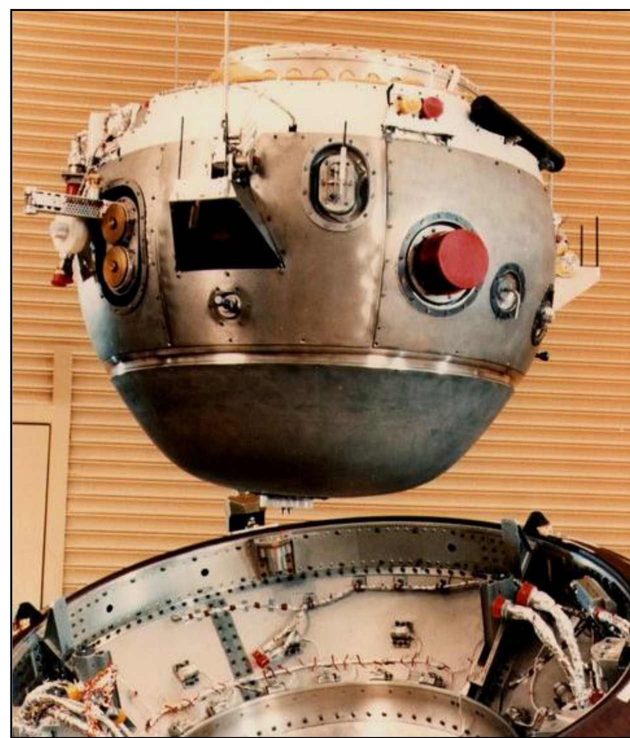
A medida que la minisonda descendía a través de 163 Km de las capas superiores de la atmósfera joviana se recogieron 78 min de datos sobre el clima local, sólo dejo de transmitir cuando la presión ambiente excedió las 23 atm (30 bares) y la temperatura alcanzó los 192°C.

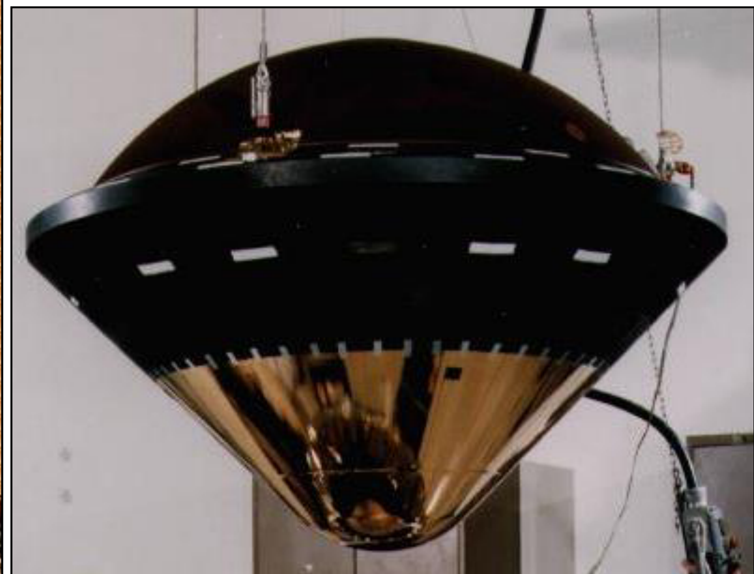
Para las radiocomunicaciones llevaba dos transmisores que operaban en banda L a 128 bits/s y enviaban señales casi idénticas de los datos científicos a la sonda Galileo, la energía de todos los componentes electrónicos de Probe estaba dada por baterías de Litio/dióxido de Azufre (Li/SO_2) que proporcionaban una potencia nominal de alrededor de 580 W con una capacidad estimada de aproximadamente 21 A/h en su llegada a Júpiter.

Probe, instrumentos científicos

La sonda incluía 6 instrumentos para la toma de datos en su reentrada atmosférica en Júpiter:

- Instrumento para el estudio de la estructura atmosférica, medición de temperatura, presión y desaceleración.
- Espectrómetro de masa neutral.
- Interferómetro de abundancia de helio y estudios de la composición atmosférica.
- Nefelómetro para la ubicación y las observaciones de partículas en las nubes.
- Radiómetro neto de flujo que mide la diferencia entre el flujo radiante hacia arriba y abajo en cada altura.
- Detector de partículas para medir las emisiones de radio asociadas con rayos y partículas de alta energía en los cinturones de radiación de Júpiter





La atmósfera a través de la cual la sonda descendió fue algo más caliente y más turbulenta de lo esperado, Probe fue finalmente destruida por completo ya que continúo el descenso a través de la capa de Hidrógeno molecular por debajo de las nubes mas altas de Júpiter, el paracaídas se derritió en primer lugar (unos 30 minutos después de la reentrada) luego los componentes de aluminio a los 40 minutos de caída libre a través de un mar de Hidrógeno líquido.

Probe descubrió que Jupiter tiene la mitad de la cantidad de helio que se esperaba, además, los datos no apoyan la teoría de tres capas de nubes, se detectaron menos rayos, menos agua y encontró vientos fuertes (530 Km/h) durante su descenso, no se detecto en ningún momento superficie sólida durante su recorrido (163 Km) el total de datos enviados por la sonda rondaba los 3,5 Mb.

Se estimó que la estructura de Titanio duró alrededor de 6,5 hrs más, antes de desintegrarse debido a la alta presión, finalmente se habría vaporizado una vez que alcanzó su temperatura crítica, mezclándose sus gotas de metal con el Hidrógeno metálico líquido de Júpiter, el recolectar datos en la zona atmosférica de Jupiter fue una proeza científica sin precedentes en la historia astronáutica, que difícilmente se la vuelva a realizar.





PROBE ENTRY
(450 km, 5 X 10-8 bar, -8°C, 0 min)

DROGUE PARACHUTE
(50 km, 0.08 bar, -160°C, 1.88 min)

MAIN PARACHUTE DEPLOYEMENT
(48 km, 0.09 bar, -161°C, 1.92 min)

TELEMETRY TO ORBITER
(42 km, 0.13 bar, -163°C, 2.25 min)

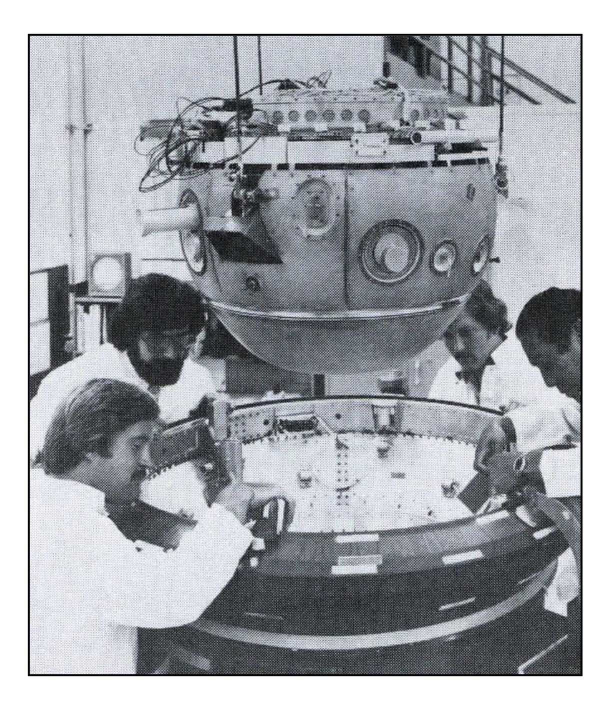
HEAT SHIELD DROPS OFF
(45 km, 0.10 bar, -162°C, 2.05 min)

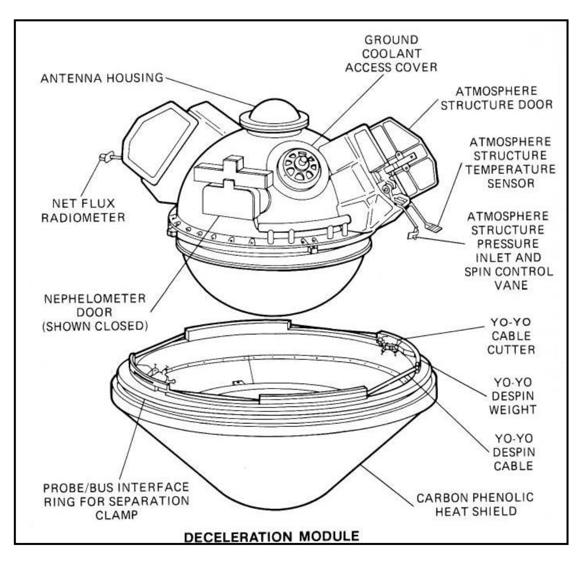
EARTH SURFACE PRESSURE
(0 km, 1.0 bar, -107°C, 8.33 min)

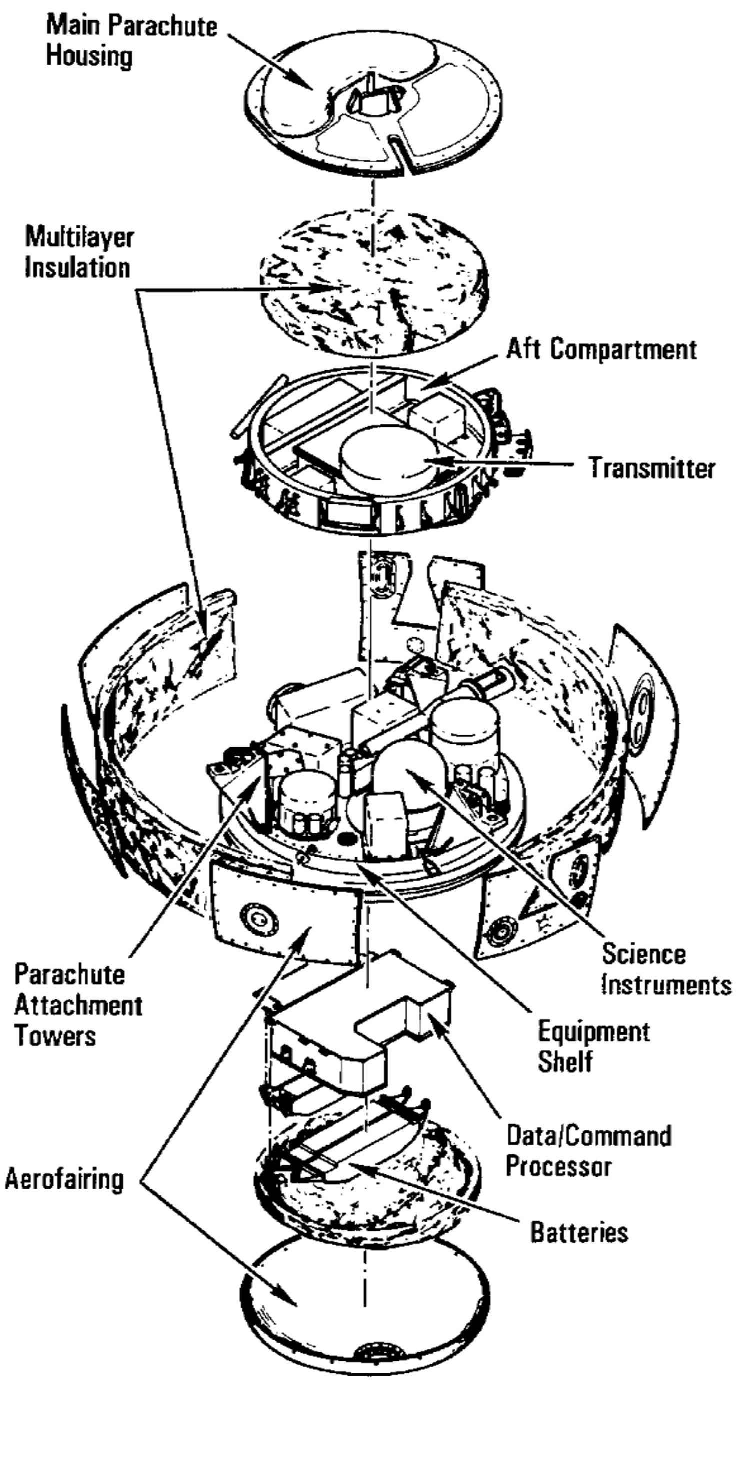
PRIMARY DATA REQUIREMENT
(-92 km, 10 bars, 63°C, 38 min)

PROBE MISSION TERMINATES
(-134 km, 20 bars, 140°C, 60 min TO
-163 km, 30 bars, 192°C, 78 min)



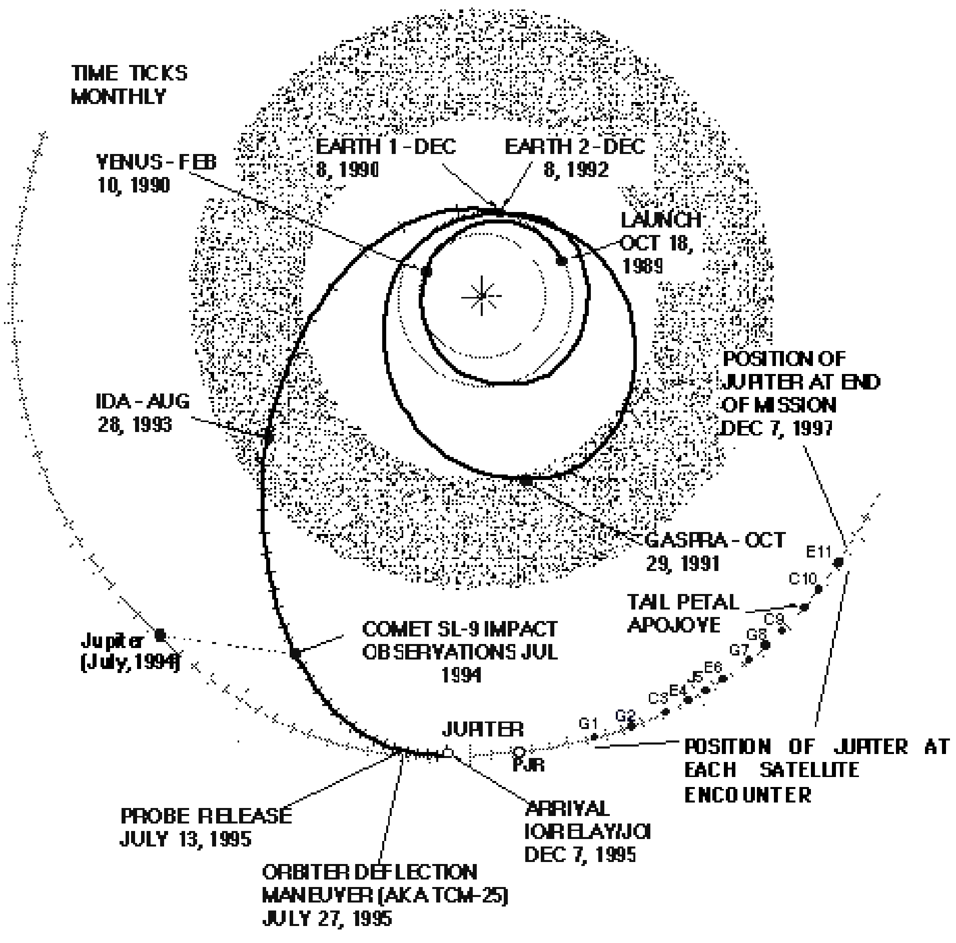



ANTENNA HOUSING
GROUND COOLANT ACCESS COVER
ATMOSPHERE STRUCTURE DOOR
ATMOSPHERE STRUCTURE TEMPERATURE SENSOR
NET FLUX RADIOMETER
ATMOSPHERE STRUCTURE PRESSURE INLET AND SPIN CONTROL VANE
NEPHELOMETER DOOR (SHOWN CLOSED)
YO-YO CABLE CUTTER
YO-YO DESPIN WEIGHT
YO-YO DESPIN CABLE
PROBE/BUS INTERFACE RING FOR SEPARATION CLAMP
CARBON PHENOLIC HEAT SHIELD
DECELERATION MODULE

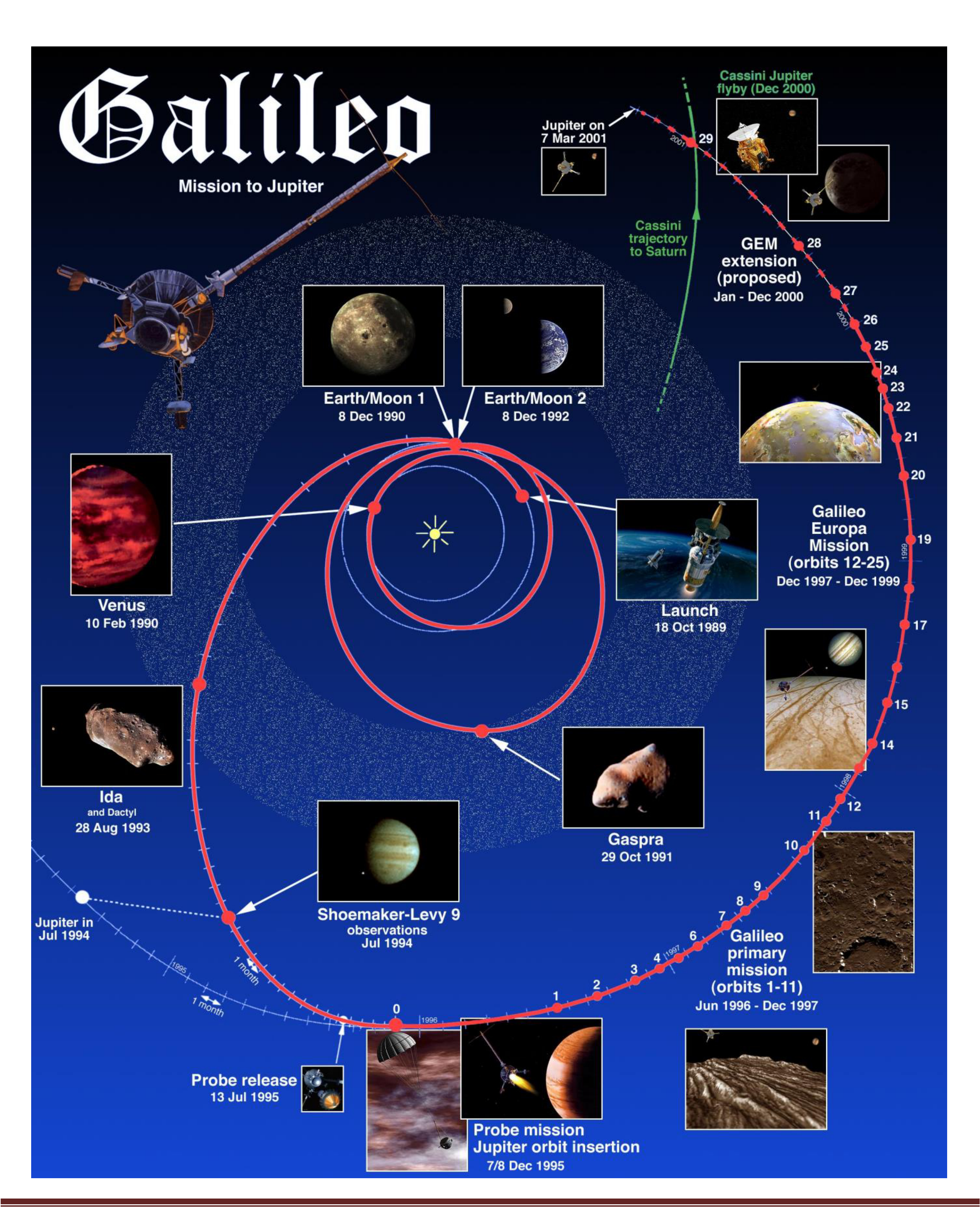

Main Parachute Housing
Multilayer Insulation
Aft Compartment
Transmitter
Science Instruments
Parachute Attachment Towers
Equipment Shelf
Data/Command Processor
Aerofairing
Batteries

Trayectoria VEEGA (Asistencia Gravitatoria Venus-Tierra-Tierra)

Durante la etapa VEEGA (Venus-Earth-Earth Gravity Assist) de su viaje a Júpiter, la Misión Galileo hizo varios sobrevuelos de distintos cuerpos del Sistema Solar para acelerar su impulso hacia Júpiter.

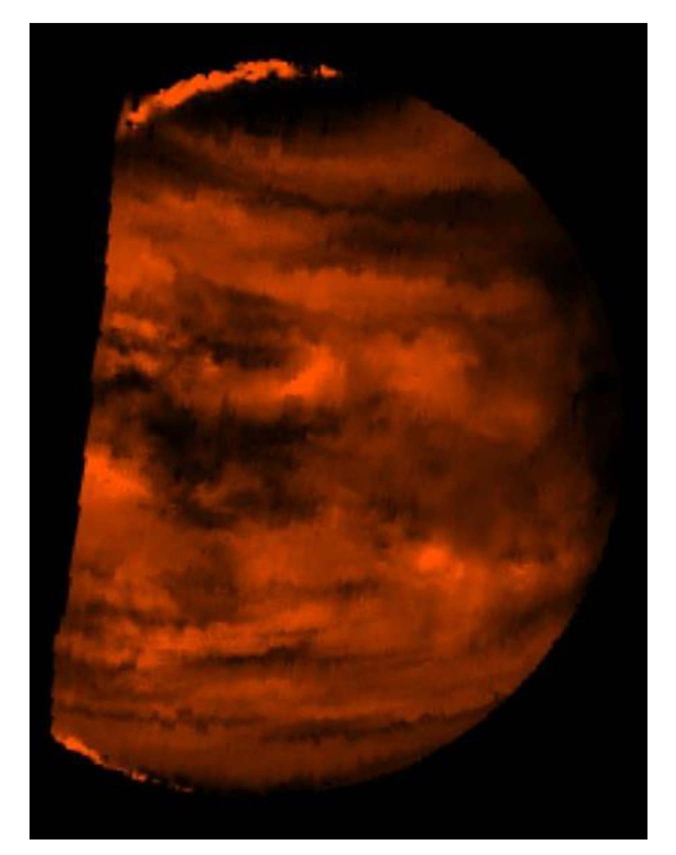


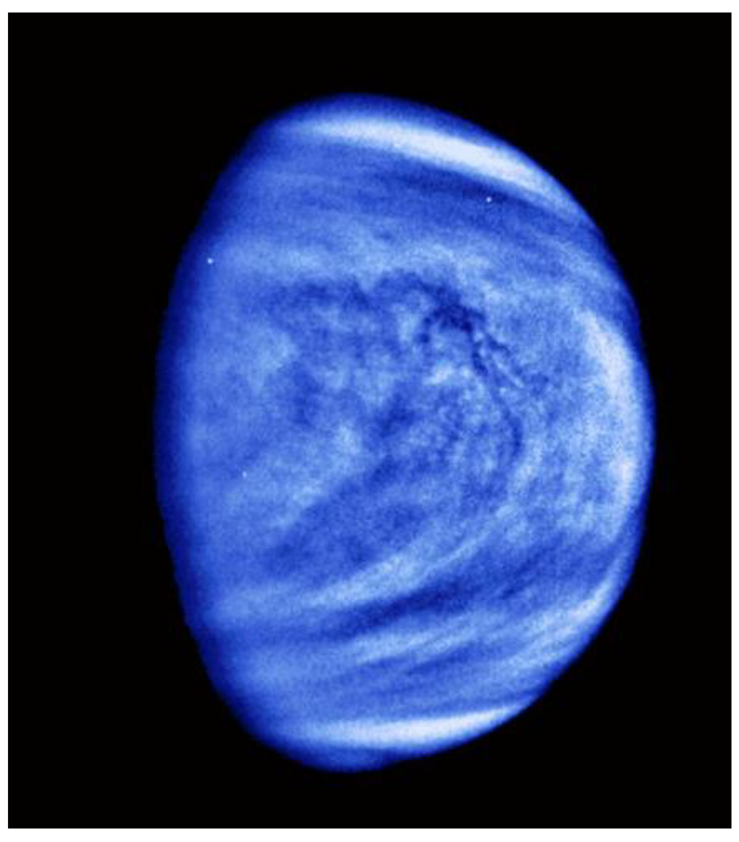



Galileo
Mission to Jupiter
Cassini Jupiter flyby (Dec 2000)
Jupiter on 7 Mar 2001
Cassini trajectory to Saturn
GEM extension (proposed)
Jan - Dec 2000
Earth/Moon 1
8 Dec 1990
Earth/Moon 2
8 Dec 1992
Venus
10 Feb 1990
Launch
18 Oct 1989
Galileo Europa Mission (orbits 12-25)
Dec 1997 - Dec 1999
Ida
and Dactyl
28 Aug 1993
Gaspra
29 Oct 1991
Shoemaker-Levy 9
observations
Jul 1994
Jupiter in Jul 1994
1 month
1 month
Galileo primary mission (orbits 1-11)
Jun 1996 - Dec 1997
Probe release
13 Jul 1995
Probe mission
Jupiter orbit insertion
7/8 Dec 1995

Venus

El 10-02-1990, la sonda Galileo hacia un sobrevuelo en Venus, tomando varias fotografías en IR de sus nubes a una distancia de 16000 Km.

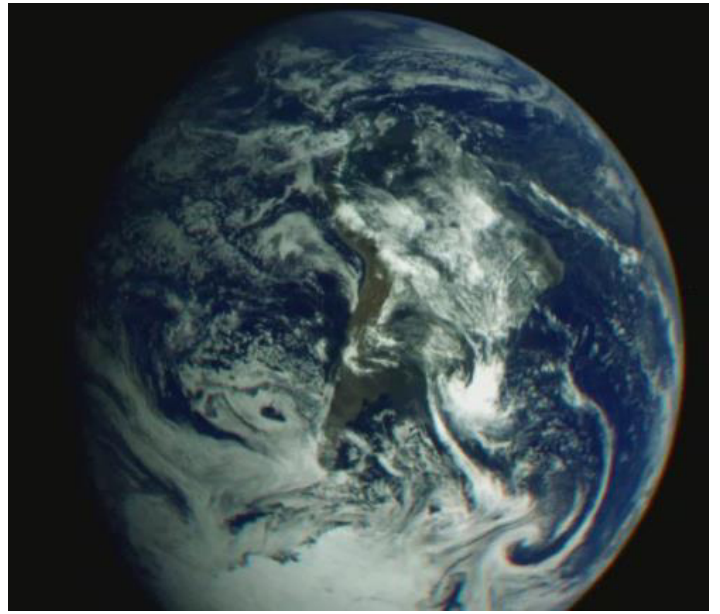


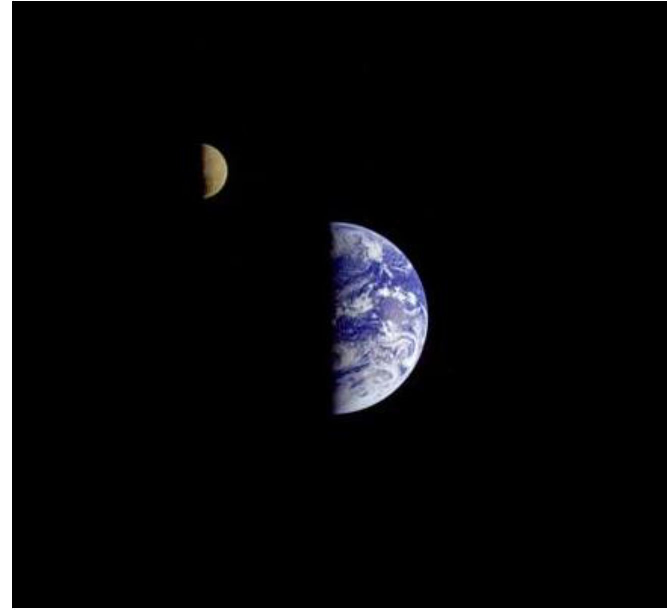


Arr. izq.: Venus Imagen IR **Arr. der.:** Venus Imagen UV

Tierra-Luna I

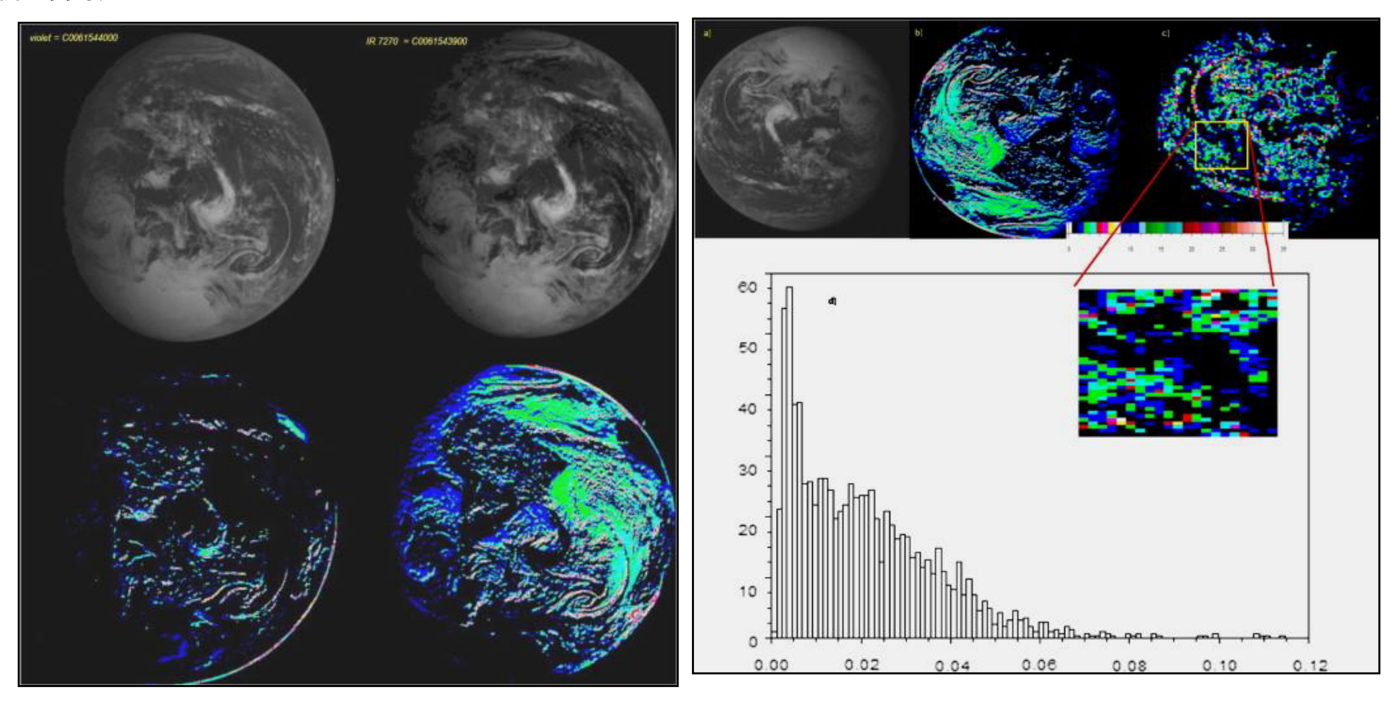
El 08-12-1990 Galileo hace su primer sobrevuelo de la Tierra a una distancia de 960 km, en esta ocasión tomando fotografías de la Luna y nuestro planeta.



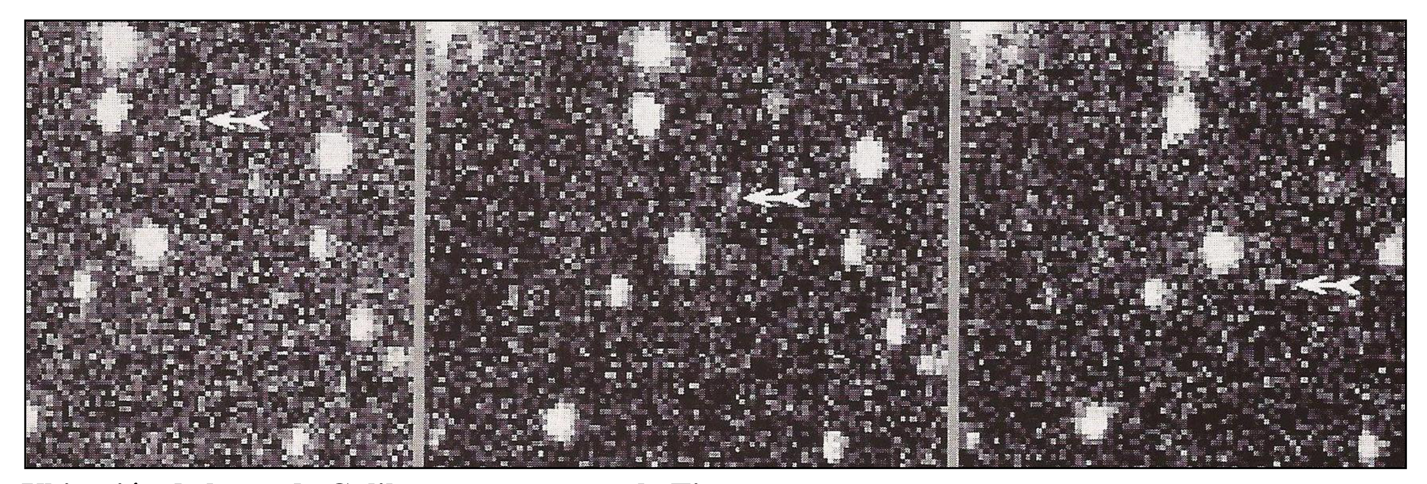


Experimento de detección remota de vida terrestre

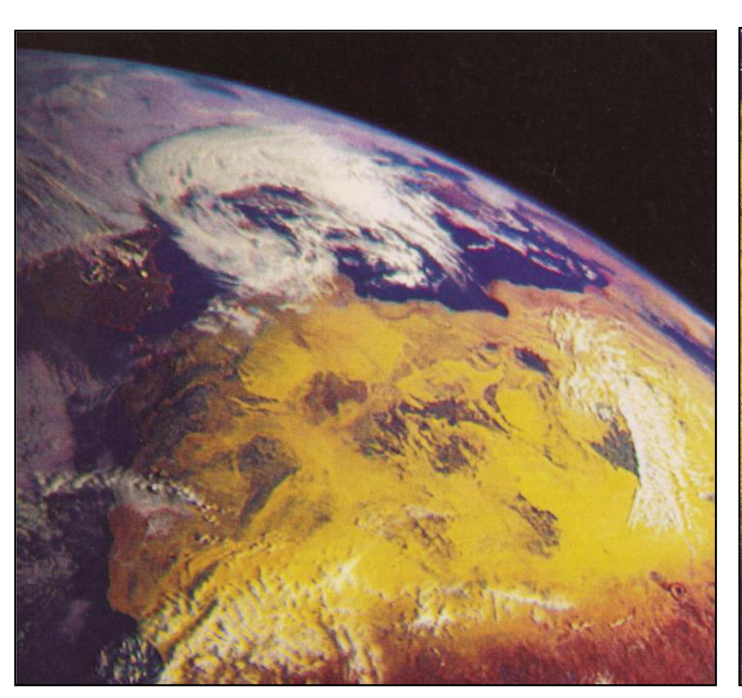
El astrónomo Carl Sagan, reflexionando sobre la cuestión de si la vida en la Tierra podría ser fácilmente detectada desde el espacio, y diseñó una serie de experimentos de detección astrobiológica utilizando instrumentos de detección remota de Galileo durante su sobrevuelo de la Tierra por primera vez en diciembre de 1990.

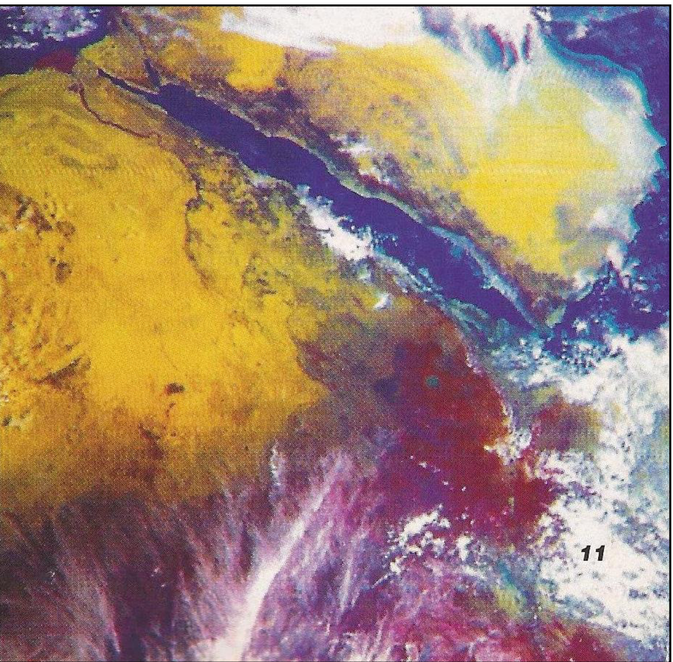


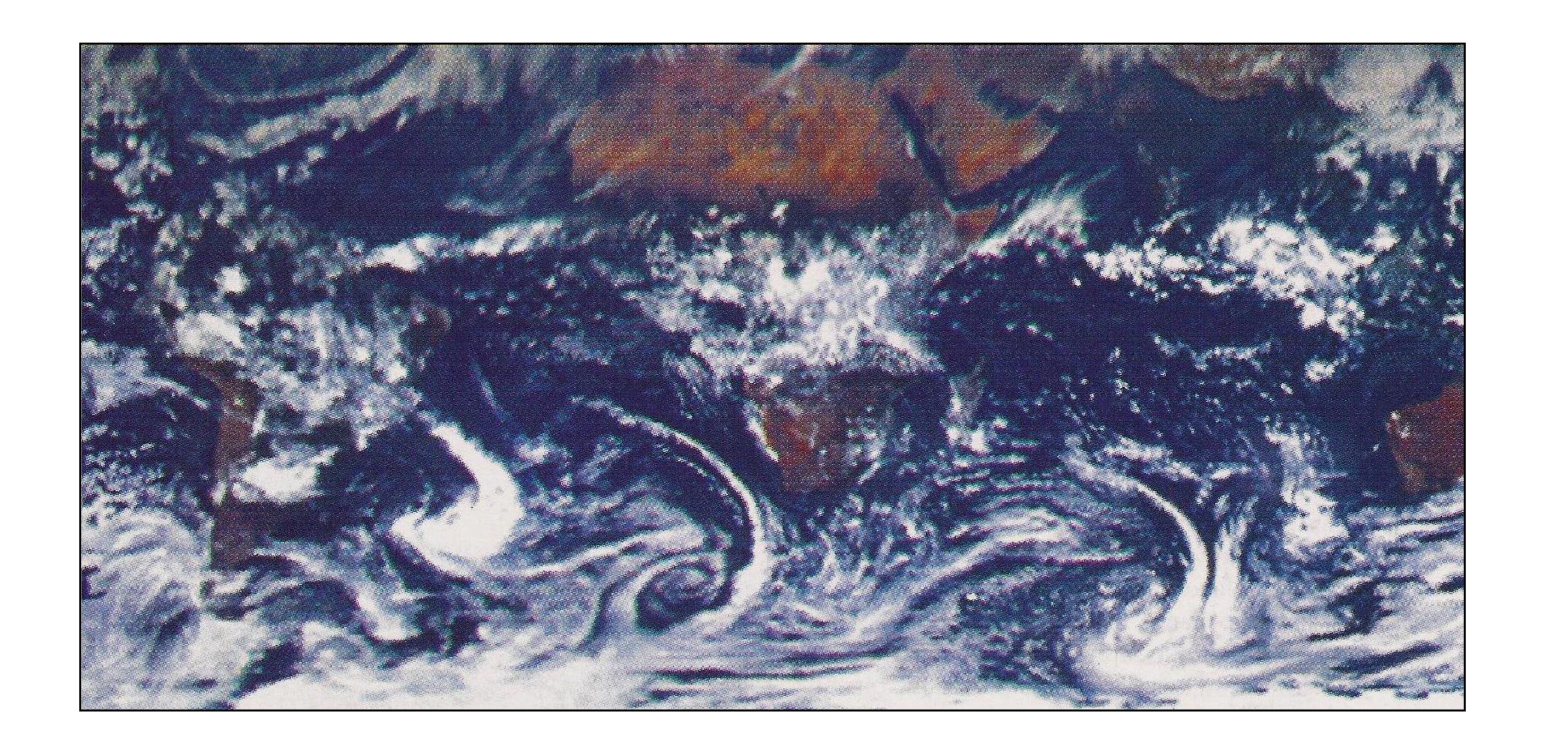
Después de la adquisición de datos y procesamiento, Sagan publicó un artículo en 1993 que detalla los resultados del experimento, Galileo había encontrado lo que ahora se conoce como los "criterios de Sagan para la vida", éstos incluían una fuerte absorción de la luz en el extremo rojo del espectro visible (especialmente sobre los continentes) que fue causado por la absorción por la clorofila en las plantas fotosintéticas, las bandas de absorción de oxígeno molecular, que es también un resultado de la actividad de la plantas, también se estudiaron las bandas de absorción IR causada por el metano en la atmósfera de la Tierra (un gas que debe ser repuesto por cualquier actividad volcánica o biológica) y transmisiones de ondas moduladas de radio de banda estrecha no característicos de cualquier fuente natural conocida.



Ubicación de la sonda Galileo en su paso por la Tierra




11





EN NUESTRO BLOG

A LA VELOCIDAD DE LA LUZ VIAJAMOS HACIA USTED

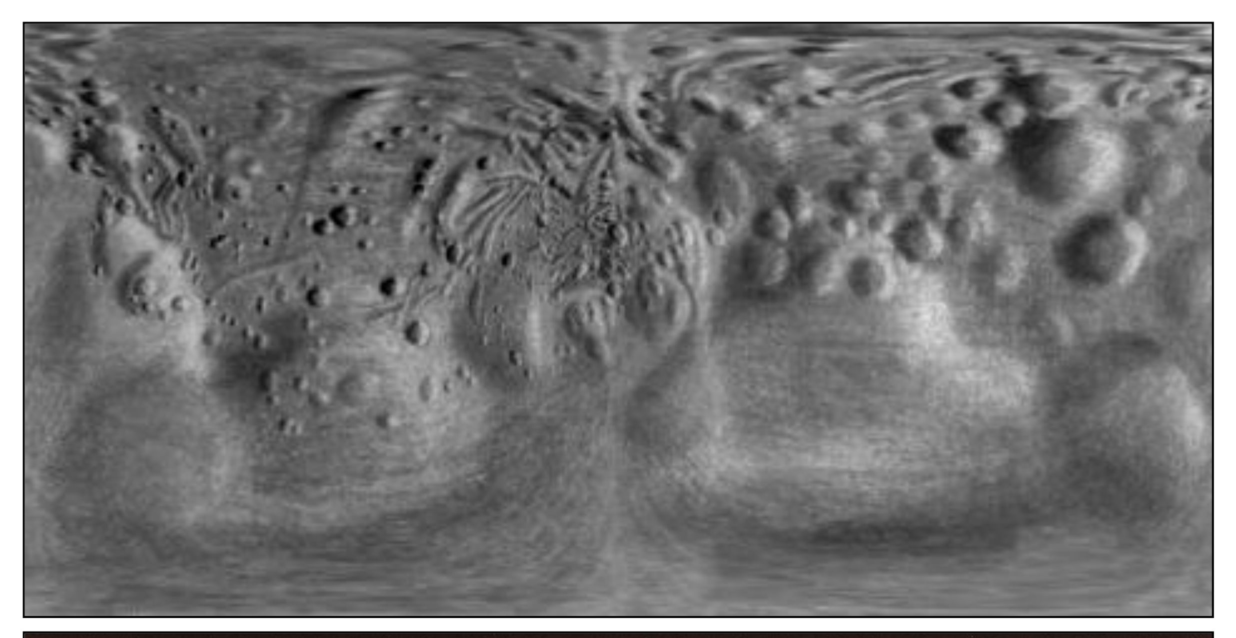


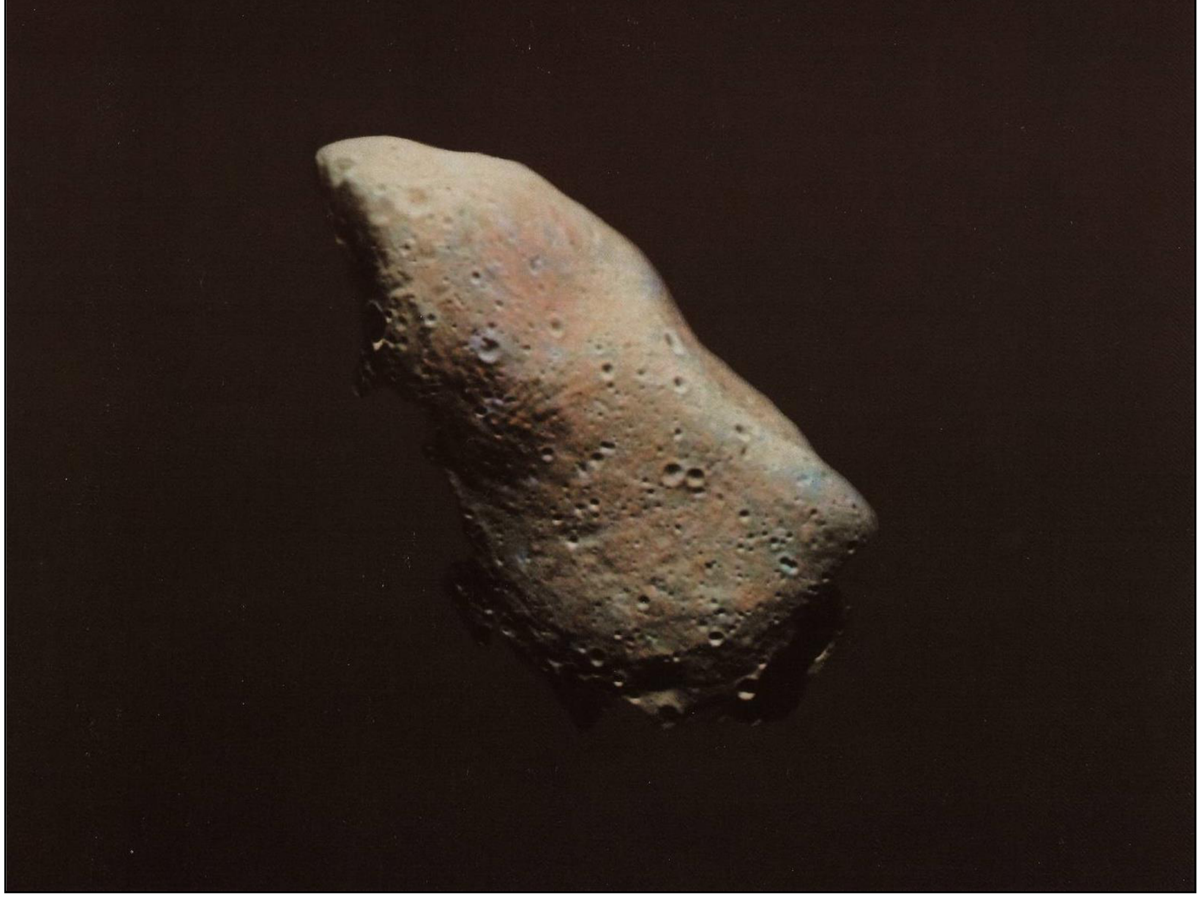
VISITENOS

CAPSULA-ESPACIAL.BLOGSPOT.COM

Asteroide Gaspra

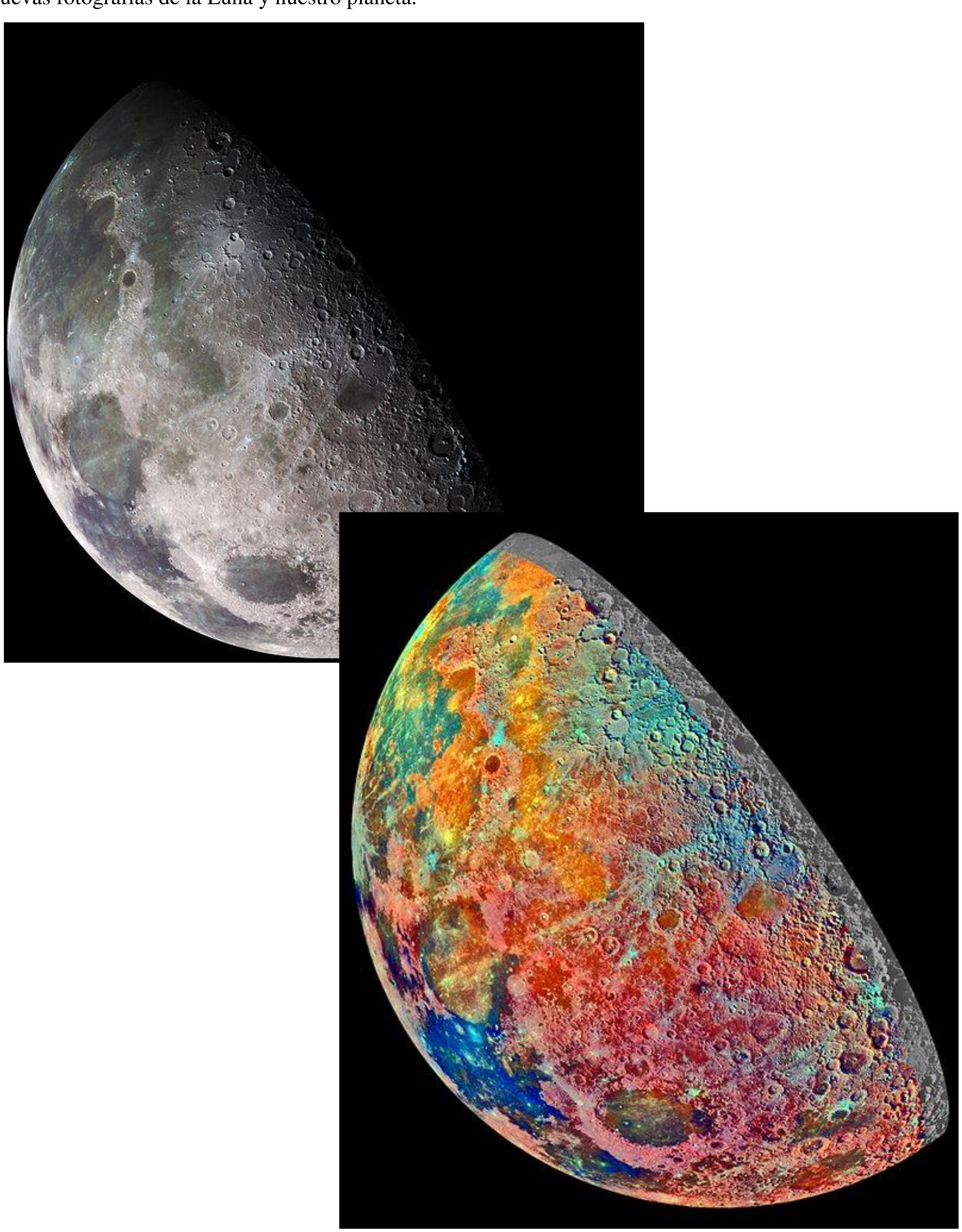
El 29-10-1991, encuentra a su paso el asteroide Gaspra (Nº 951 según el Minor Planet Center) fue el primer asteroide fotografiado por una sonda espacial, las fotos revelaron el aspecto relativamente liso de su superficie, lo que sugiere una capa de regolito de gran espesor, las rocas de la superficie son ricas en hierro y otros metales. Así mismo, existe una ligera variabilidad en el albedo y el color relacionada con el relieve topográfico, Gaspra es un asteroide tipo S (de composición rocosa), su diámetro es de 13x13x30 Km, posee una densidad de 2,4 g/cm^3, albedo de 0,16, periodo de rotación de 5:16 hrs., el 27-10-1916 desde el observatorio de Crimea-Simeis, bautizado con ese nombre en honor a una localidad turística de la Península de Crimea.

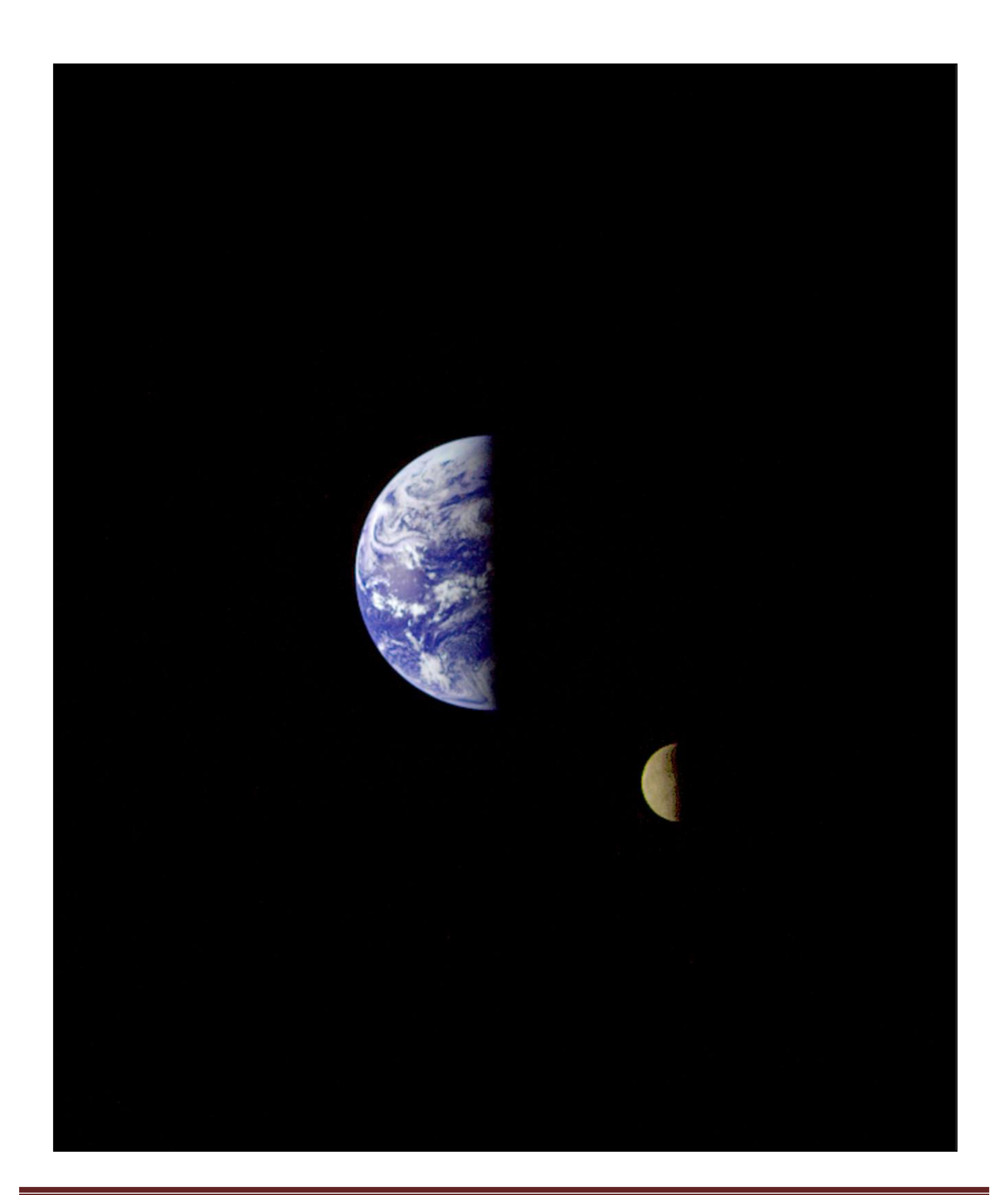




Tierra-Luna II

El segundo sobrevuelo de la Tierra tuvo lugar el 08-12-1992 pasando a una distancia de 305 Km, tomando nuevas fotografías de la Luna y nuestro planeta.

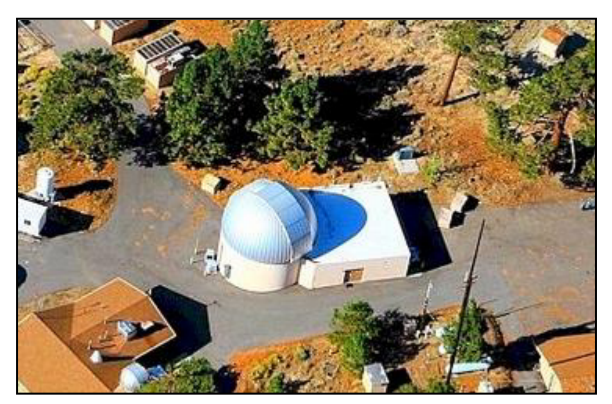




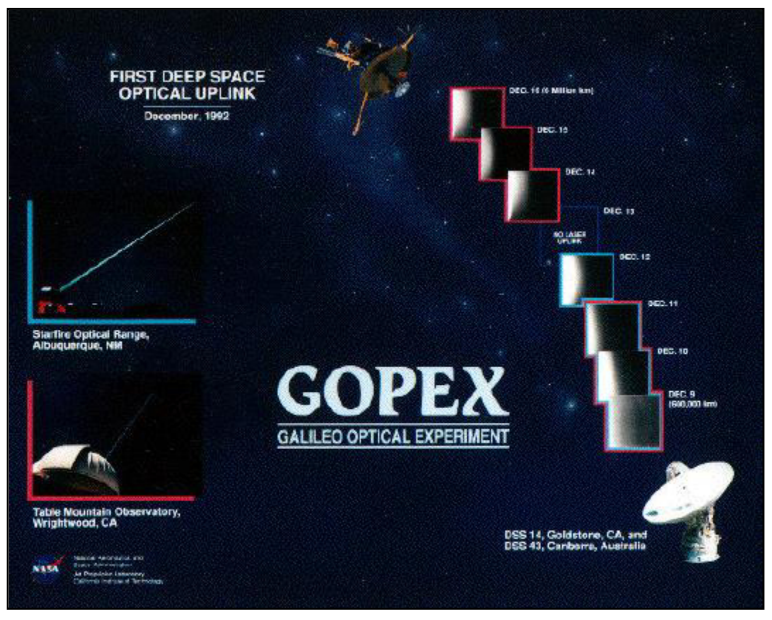
GOPEX (Experimento Óptico Galileo)

Durante su segundo paso por la Tierra se realizo un experimento sobre comunicaciones ópticas en el espacio se valoró mediante la detección de pulsos de luz láser de gran alcance con el CCD de la nave.

El experimento, llamado Experimento Óptico Galileo GOPEX, utilizó dos sitios separados para transmitir pulsos de láser a la nave espacial, uno ubicado en el Observatorio Table Mountain, California y el otro en el Starfire Optical Range, Nuevo México, Table Mountain utilizaba una frecuencia doble de neodimio-itrio-aluminio granate (YAG), láser con una frecuencia de repetición de entre 15/30 Hz y una potencia de impulso en decenas de Mw, acoplado a un telescopio Cassegrain de 60 cm para la transmisión hacia la nave espacial. Starfire Optical Range utilizaba una configuración similar a Table Mountain, pero con un telescopio de 1,5 m para la transmisión.







Izq.arr.: Table Mountain Obs.
Izq. abajo: Starfire Optical Range
Prox. Pág.: Experimento GOPEX

La exposiciones fotográficas largas (entre 0,1 a 0,8 seg.) tomadas desde la sonda con un filtro verde producía imágenes de la Tierra que muestran claramente los pulsos del láser incluso a distancias de hasta a 6000000 de Km.

Las condiciones climáticas adversas, las restricciones impuestas a las transmisiones de láser por el Centro de Operaciones de Defensa Espacial de EE.UU. (SPADOC) y un error de apuntamiento debido a la aceleración de la plataforma de exploración en la nave espacial impidió la detección de láser en todos los marcos con menos de 400 milisegundos de exposición, estas restricciones contribuyeron a la reducción del número de detecciones de éxito de la transmisión de láser a 48 de un total de 159 fotogramas tomados, sin embargo, el experimento fue considerado un éxito, los datos adquiridos probablemente serán utilizado en el futuro para un diseño de laser con capacidad de poder enviar grandes volúmenes de datos muy rápidamente, desde la nave espacial a la Tierra.





Asteroides Ida y Dactyl

El 28-03-1993, la sonda Galileo descubre Ida y le hace un sobrevuelo a 2400 Km de distancia y descubre Dactyl, un satélite natural de Ida, el primer satélite de un asteroide descubierto.

Ida, asteroide Nº 243 (según MPC), de la familia Koronis (grupo de asteroides situados en el Cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter, se cree que son los restos de un sólo cuerpo que fue destruido por una colisión), su período orbital es de 4 años y su período de rotación es 4 hrs.

Ida posee un diámetro medio de 31,4 Km, es de forma irregular y alargada, al parecer está compuesto por dos grandes objetos conectados entre sí, su superficie es una de las más craterizadas del Sistema Solar, con una amplia variedad en cuanto a las medidas y las edades de los mismos, fue descubierto el 29-09-1884 y recibió el nombre de una ninfa de la mitología griega.

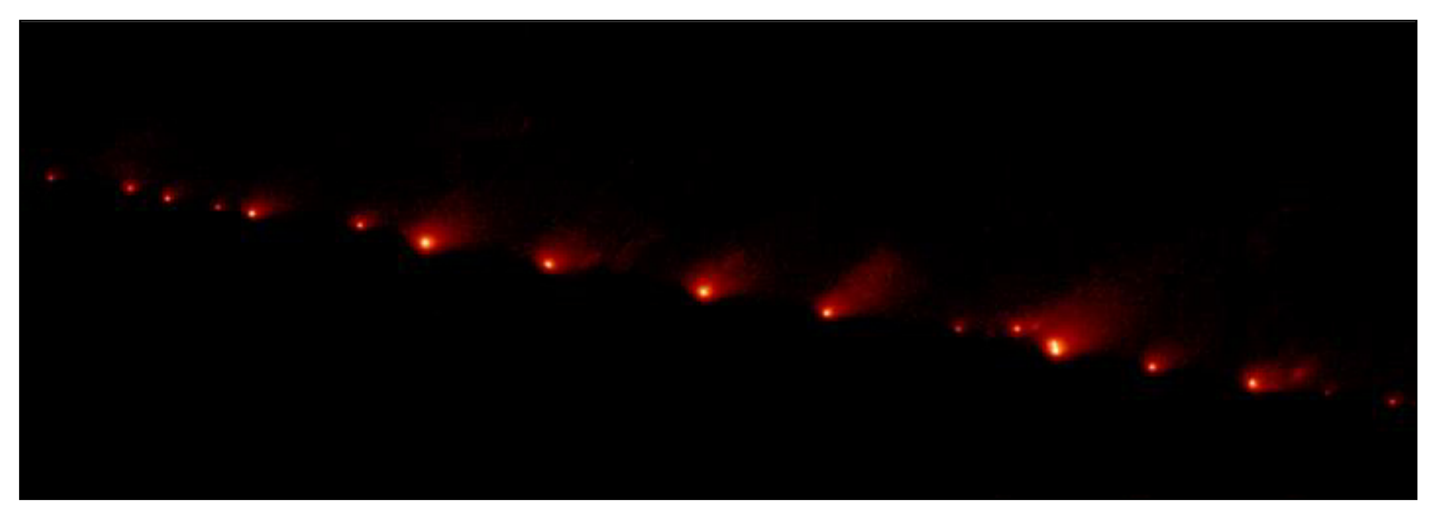




Dactyl, fue descubierto por un miembro de la misión en imágenes tomadas por la sonda, recibió su nombre de los dactilos, las criaturas que habitaban la montaña Ida, según la mitología griega, tiene sólo 1,4 Km de diámetro, es aproximadamente una vigésima parte del tamaño de Ida, su órbita alrededor de Ida no se pudo determinar con mucha precisión, sin embargo, las limitaciones de las posibles órbitas permiten una estimación aproximada de la densidad de Ida, que reveló que no contiene minerales metálicos, Dactyl e Ida comparten muchas características, lo que sugiere un origen común entre ambos.

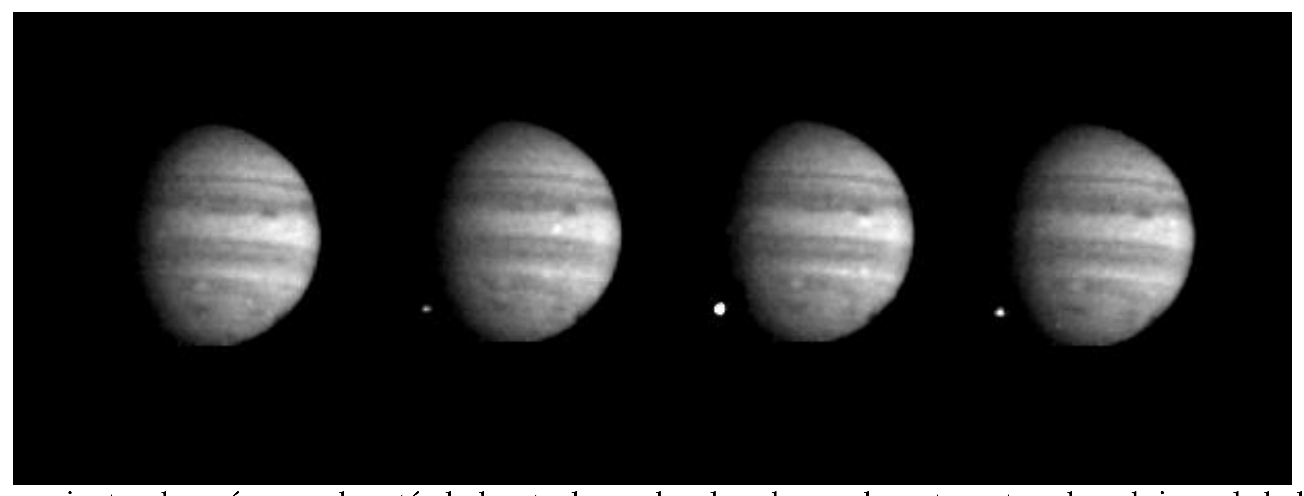
Cometa Shoemaker-Levy 9, impacto en Júpiter

La comunidad científica y el mundo entero era testigo de un hecho catastrófico sin precedentes en la historia contemporánea, el impacto de 23 trozos del Cometa Shoemaker-Levy-9 en Júpiter.



Arr: Fragmentos del SL-9 en dirección hacia Júpiter, tomados por el Telescopio Espacial Hubble

Los expertos estimaron que el tamaño de los restos visibles del SL-9 abarcaba un rango desde unos pocos cientos de metros hasta varios Km, lo que sugiere que el cometa original pudo haber tenido un núcleo de hasta 5 Km, los impactos, ocurridos en orden alfabético, iniciaron con el golpe del fragmento A impactando en el hemisferio S de Júpiter a una velocidad de aproximadamente 216000 Km/h el 16-07-1994, los instrumentos en la misión Galileo descubrieron un bólido que alcanzó una temperatura máxima de aproximadamente 23700 ºC, que contrasta con la temperatura de la parte alta de las nubes de la atmósfera (que tienen, en general, una temperatura típica de aproximadamente -143 ºC) unos 40 seg después la temperatura bajó rápidamente a unos 1220 ºC.

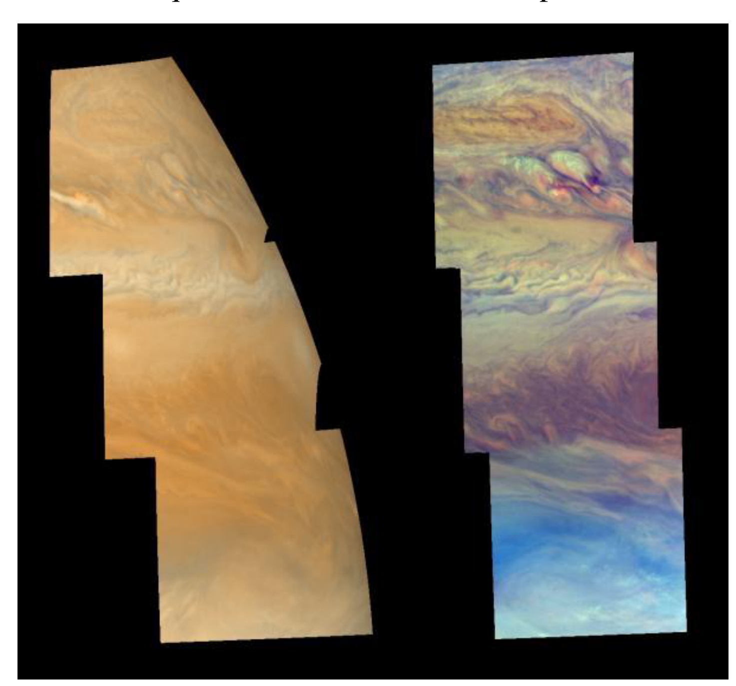


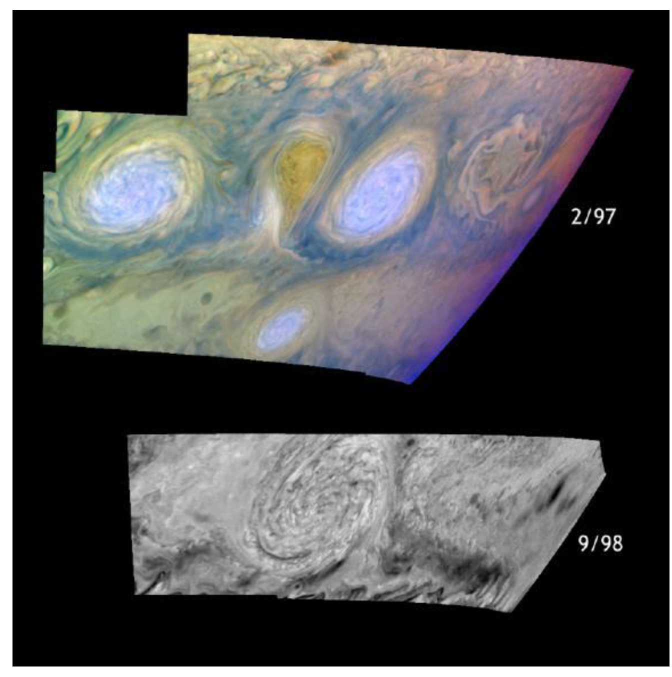
Unos minutos después, cuando rotó el planeta, la sonda y los observadores terrestres descubrieron la bola de fuego que el impacto había generado, poco después del impacto inicial (tal cual estaba previsto) los impactos finalizaron el 22-07-1994, cuando el fragmento W golpeó al planeta.

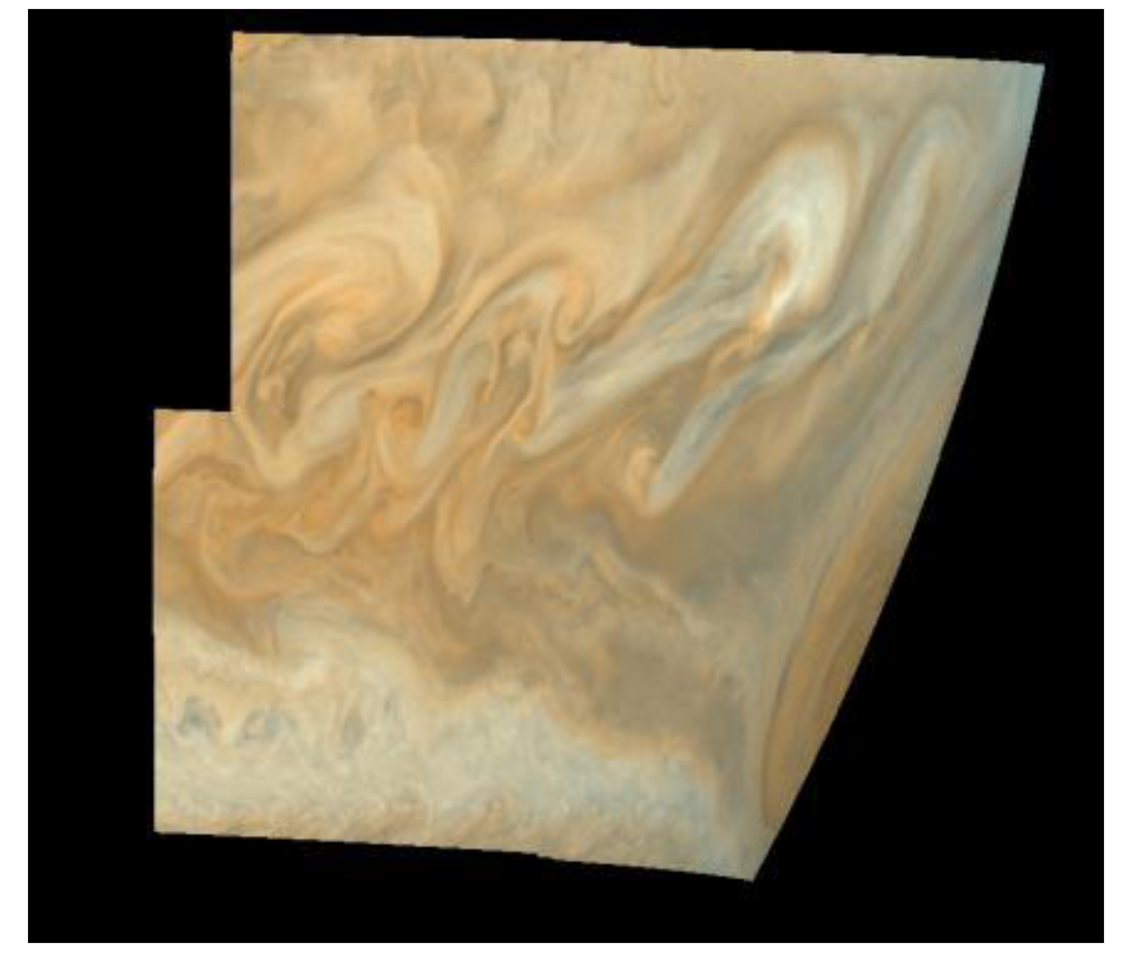
Los astrónomos habían previsto ver los efectos de los impactos desde la Tierra, pero no tenían idea de hasta qué punto serían visibles los efectos atmosféricos de cada colisión, la más grande de estas la generó el fragmento G el 18-07-1994, este impacto creó una mancha oscura gigante de más de 12000 Km de diámetro y se estimó como una explosión de energía equivalente a 6000000 megatones de TNT (600 veces el arsenal nuclear de la Tierra) la explosión que generó el fragmento G pudo ser vista por aficionados y fue capaz de cegar algunos de los telescopios que la observaban.

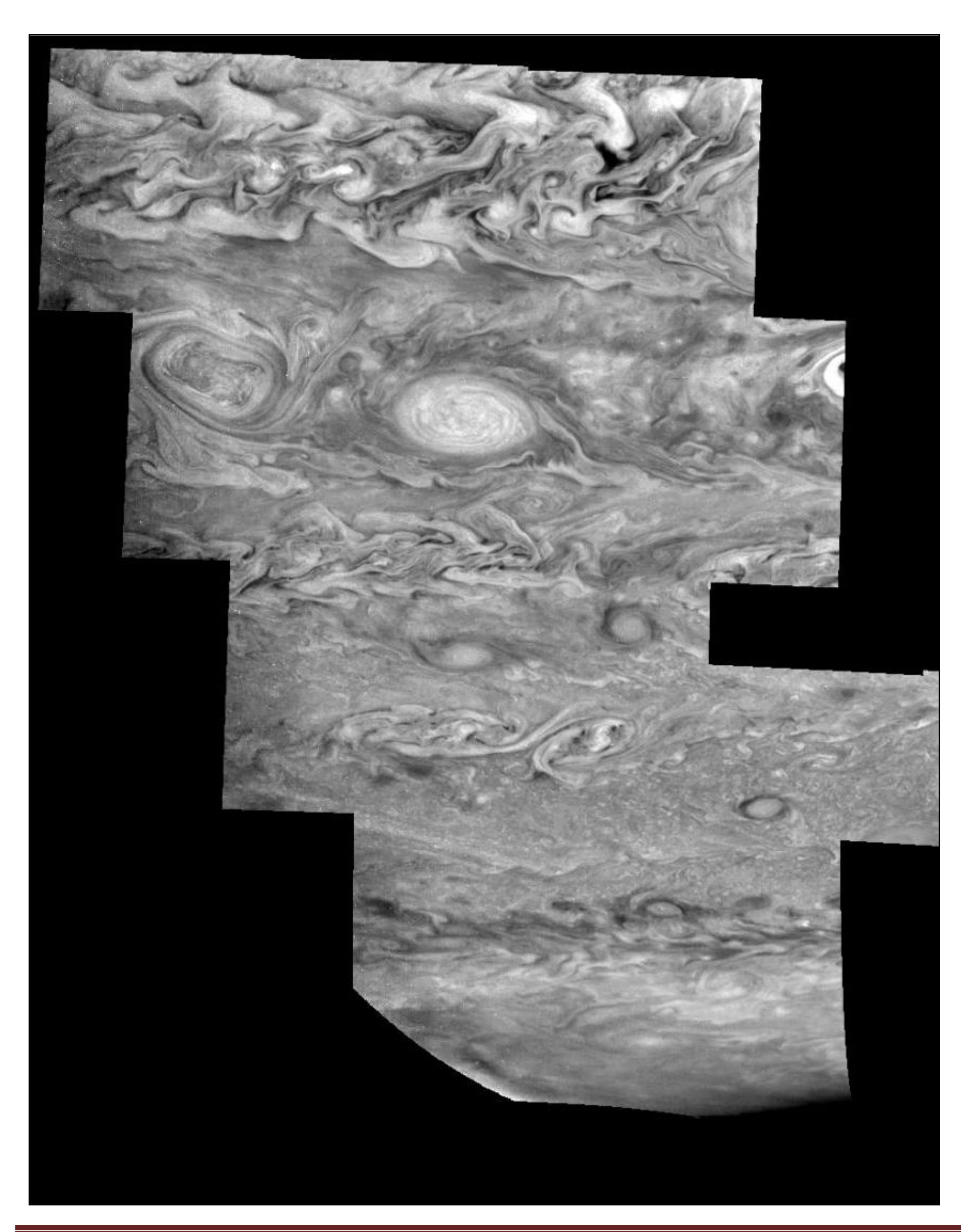
Júpiter misiones orbitales

La sonda llegó a Júpiter el 07-12-1995, cuyos objetivos eran los de estudiar la magnetosfera del planeta incluyendo la región de la cola magnética (nunca antes vista), estudiar la composición química y el estado físico de la atmósfera joviana, caracterizar la morfología, el estado físico y las propiedades dinámicas de los satélites galileanos, las imágenes tomadas de la atmosfera joviana por la sonda cambiaron para siempre la manera con que los científicos veían este planeta, en toda su misión, orbitó el planeta 17 veces.



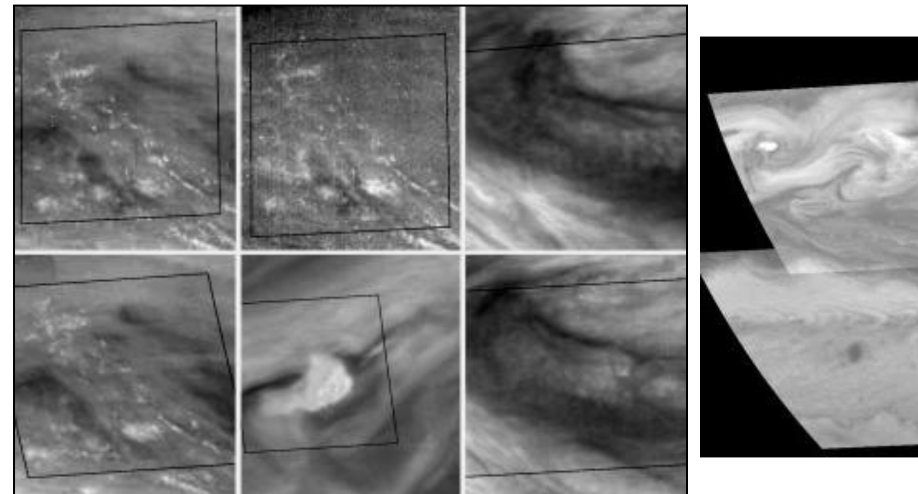


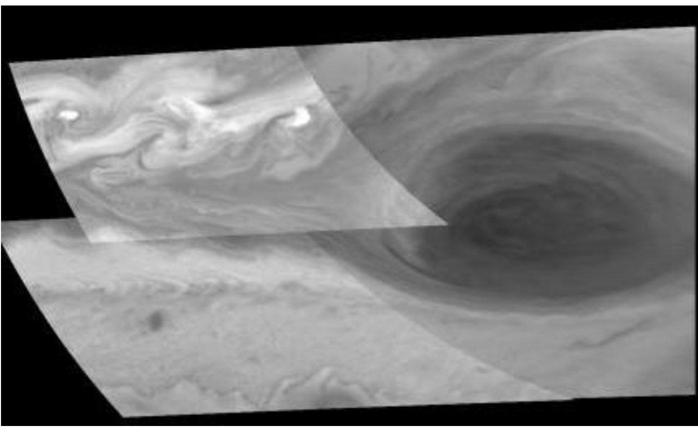




La atmósfera crea partículas de hielo de amoníaco a partir de material que sube desde las zonas mas profundas y Galileo fue la primera en hacer observaciones de nubes de amoníaco en la atmósfera de otro planeta, la temperatura y densidad medidas en las capas externas de la atmósfera resultaron ser más altas que lo esperado; la variación vertical de la temperatura a profundidades entre 100 y 150 Km, indicaron que la atmósfera interna es más seca que lo esperado, éste gradiente de temperatura también indica que a estas profundidades el proceso de convección juega un papel dominante, el estudio de nubes en la atmósfera de Júpiter encontró que éstas no son tan densas como se presumía.

La naturaleza del sistema de vientos en Júpiter no es muy clara, en parte debido a la dificultad de observar a través de la atmósfera opaca, el instrumento encargado de medir las corrientes de viento midió velocidades de 540 Km/h independiente de la profundidad.





Estos resultados conllevan implicaciones profundas, ya que esto indica que los vientos no son producidos por calor debido al Sol o por condensación del vapor de agua, un posible mecanismo que origina los vientos parece ser el calor escapado del interior del planeta, estos estudios se deben en gran parte a la pequeña sonda Probe que ingreso en su atmósfera.

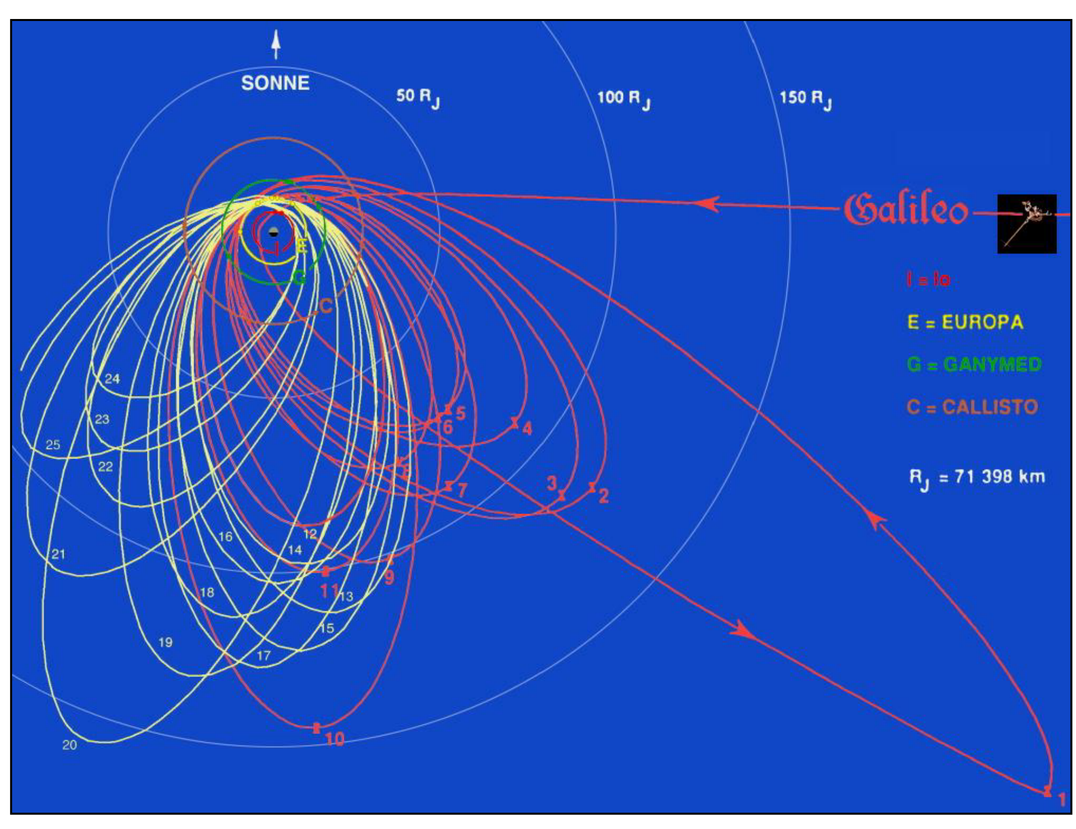


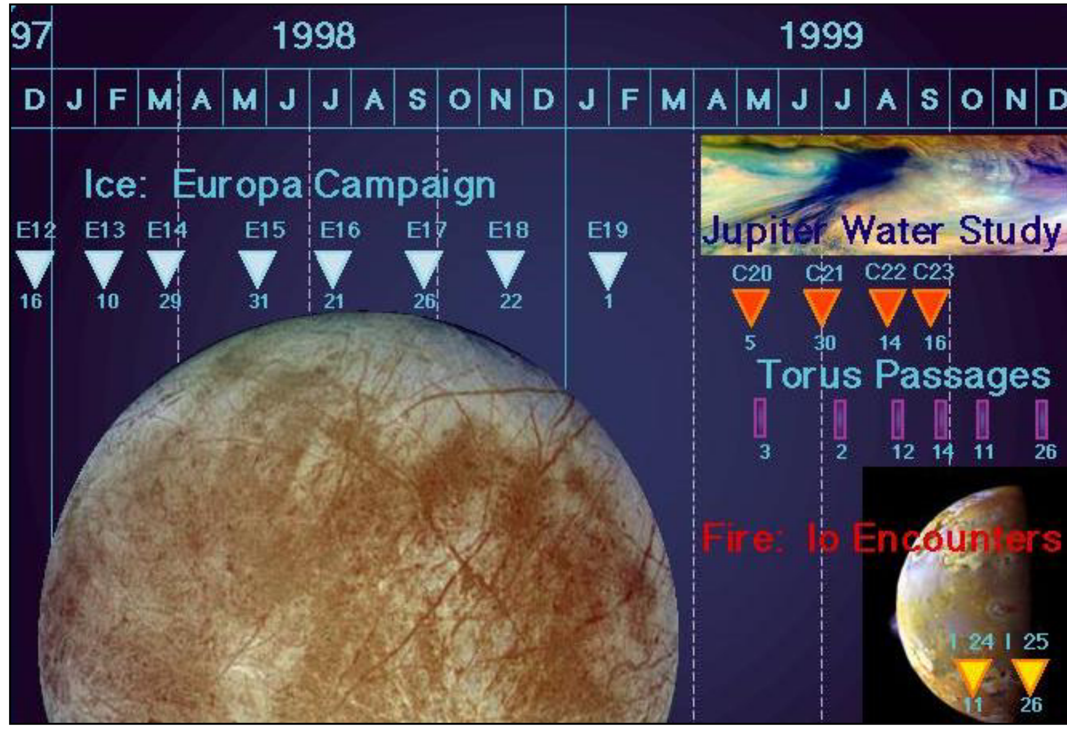
El experimento encargado de estudiar la actividad eléctrica de la atmósfera encontró mucho menos actividad de lo que vemos en la Tierra, el espectrómetro de masas encontró una cantidad de agua muy baja, igualmente con las concentraciones de Carbono, Neón, Helio y Azufre.

Sobrevuelo de las lunas galileanas

Primeramente la sonda espacial sobrevoló varias veces las lunas Europa, Callisto, Io y Ganímedes, tomando fotografías de los anillos de Júpiter como también pequeñas lunas que estaban en su paso.

La nave tomó dos años para realizar estudios sobre Júpiter y sus lunas, después de terminada esta primera misión, comenzó una segunda misión denominada Galileo Europa Mission (GEM), con extensión de 2 años. Finalizada esta segunda misión, comienza con una tercera, Galileo Milenium Mission (GMM), la cual se programa para concluir en febrero de 2001.

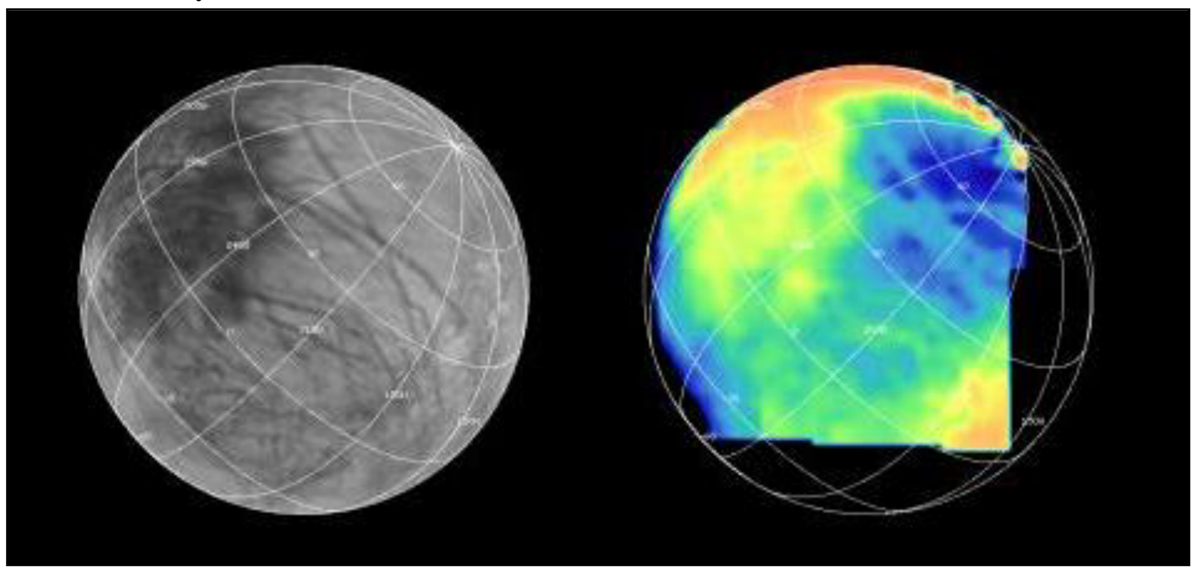




Europa

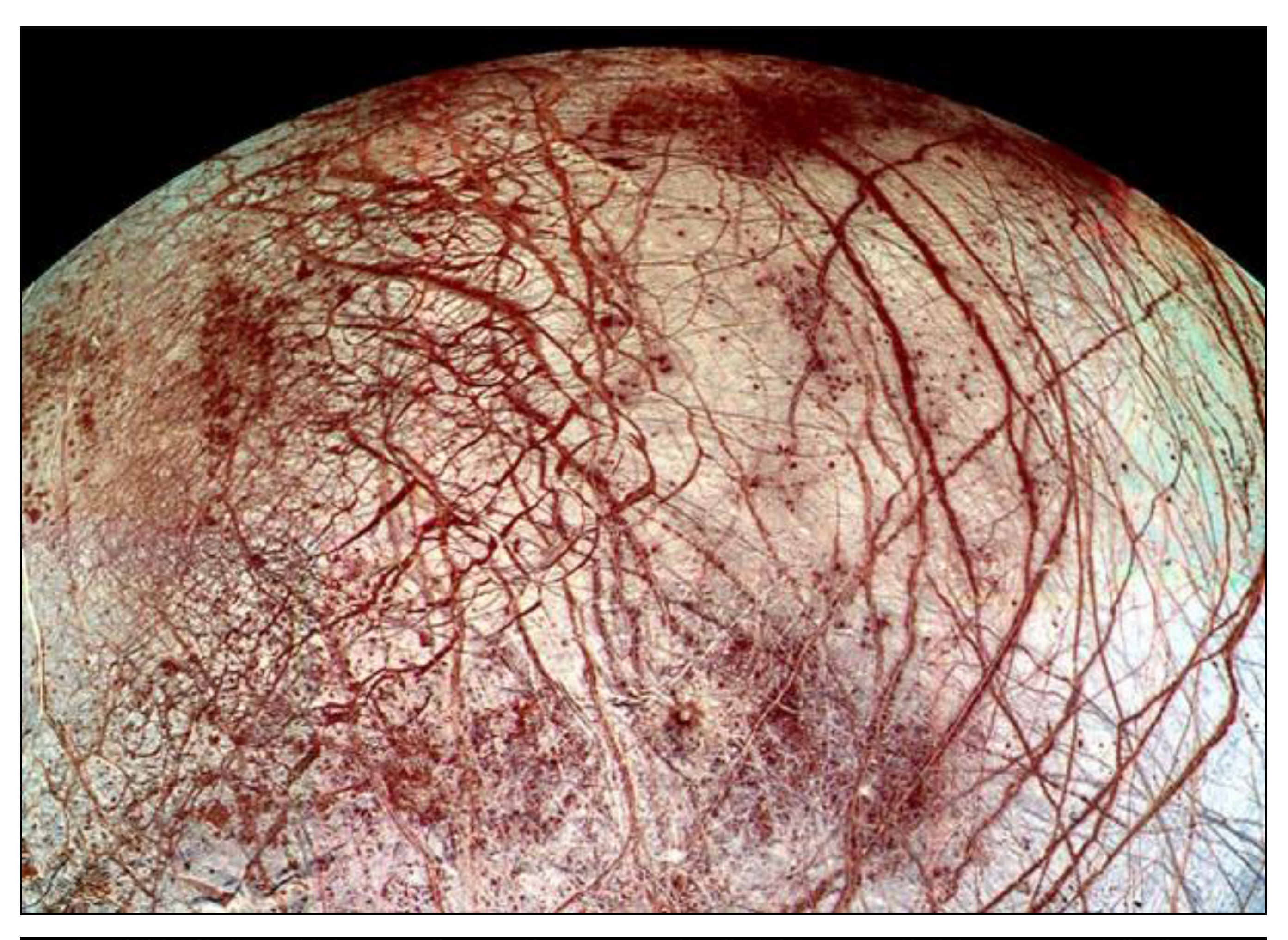
Durante la Misión Galileo se hicieron gran cantidad de interesantes descubrimientos de Europa, la superficie es poco común, aún para una luna helada, parece ser que la superficie tiene una capa superior, que no es tan antigua, en vez de cráteres hay grietas poco comunes que se extienden por varios Km sobre toda la superficie, las imágenes de primer plano, sugieren la existencia de un océano por debajo de la helada superficie.

Europa también evidencia un tipo de vulcanismo existente en la Tierra y en las lunas heladas, denominado criovulcanismo, otras características incluyeron fallas y cambios en la corteza helada, común en medio ambientes en donde hay vulcanismo.

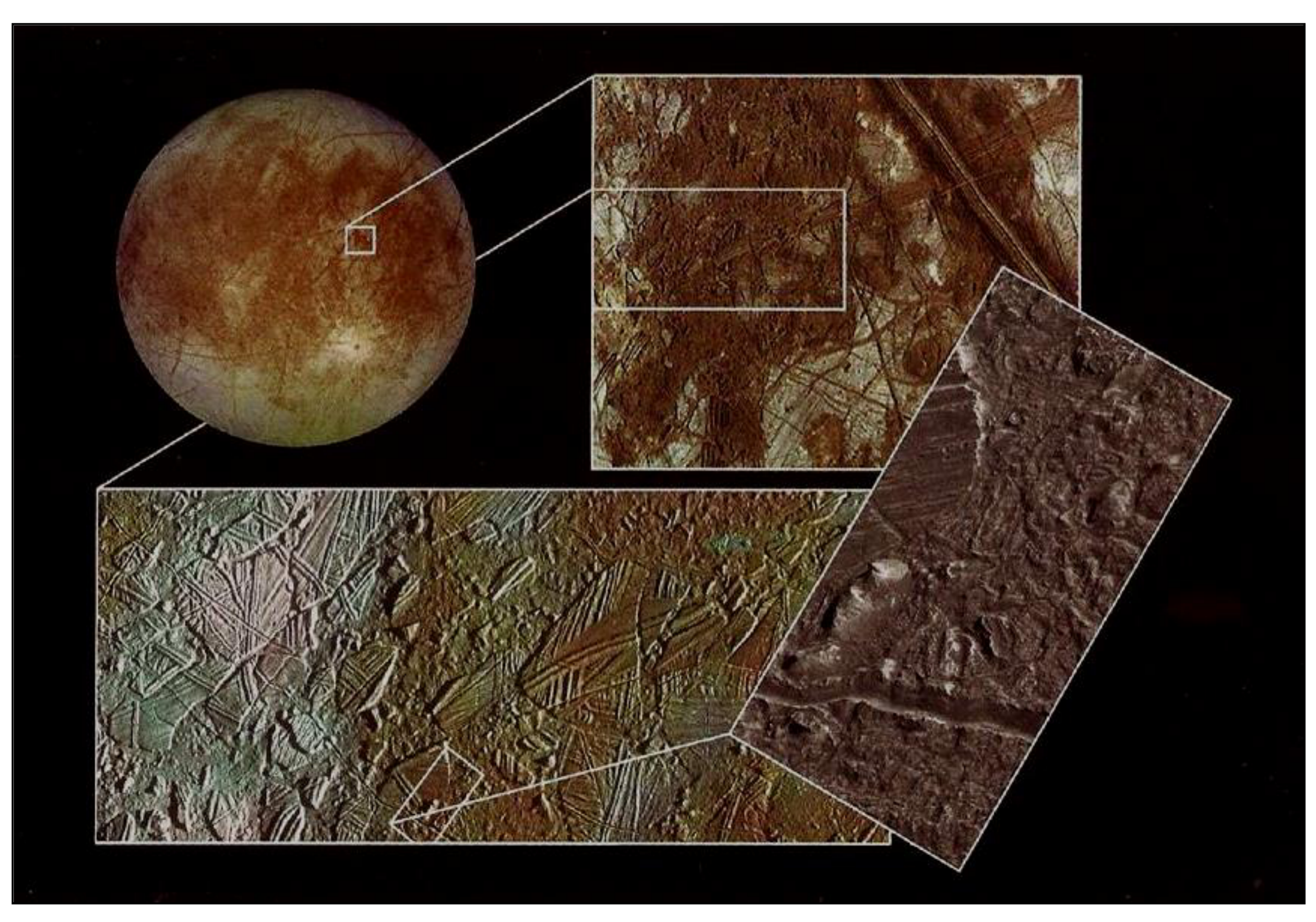


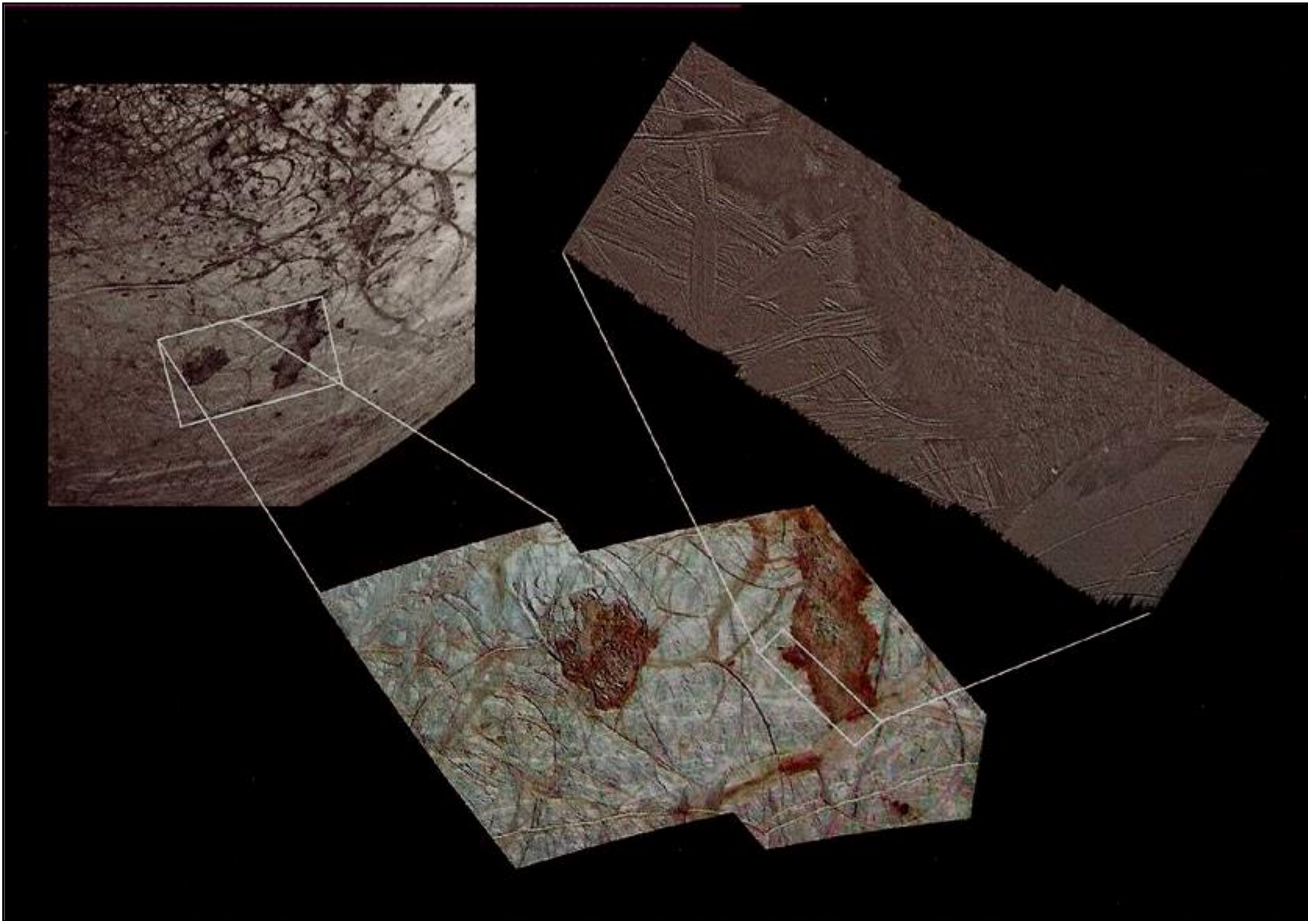






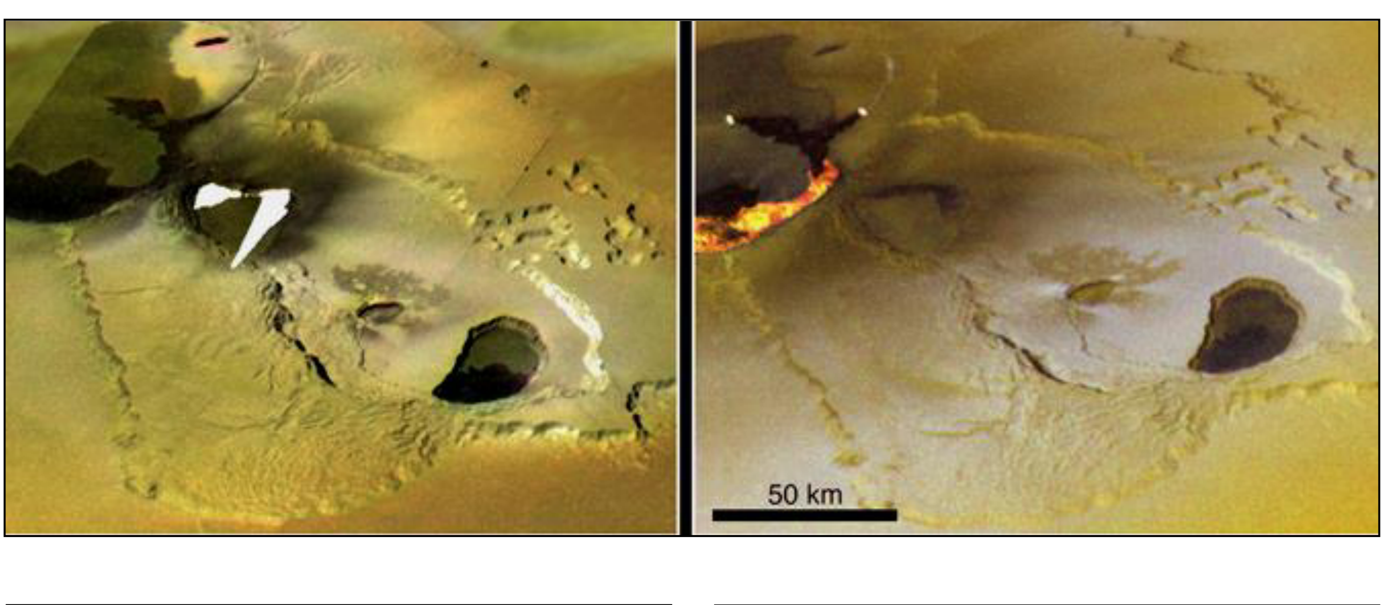
EUROPA – Ejemplos de características de la superficie

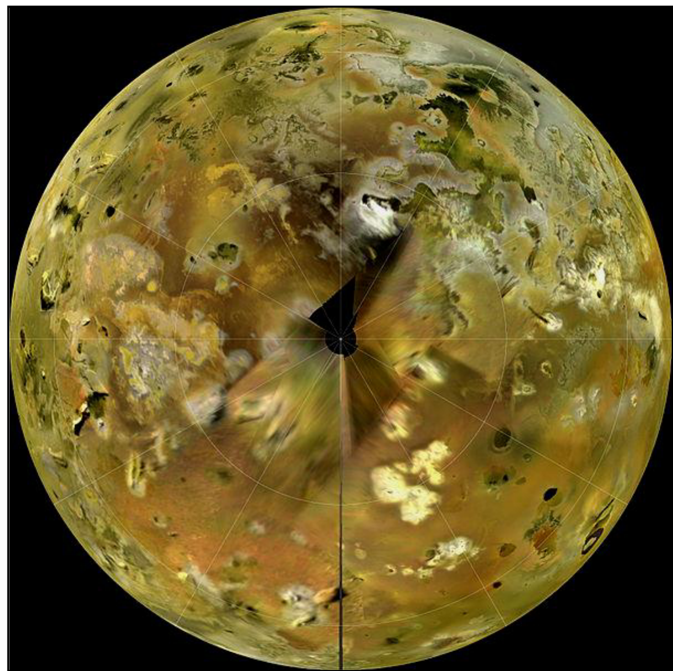


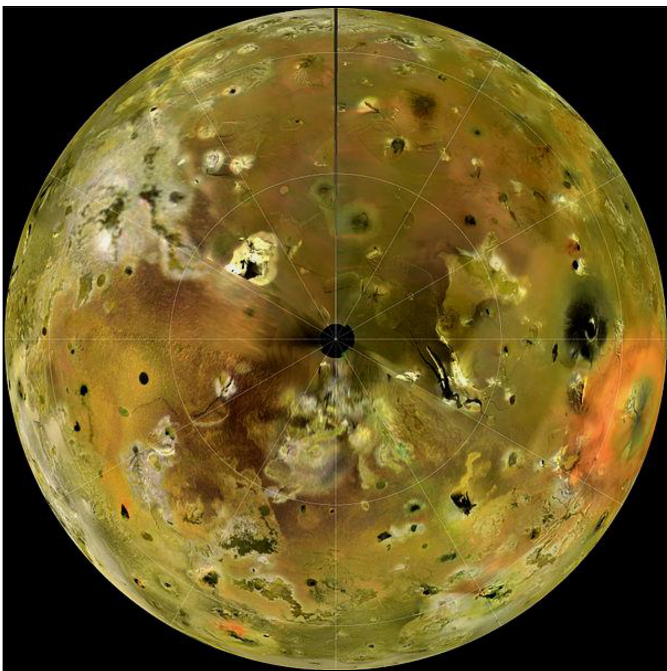


Io

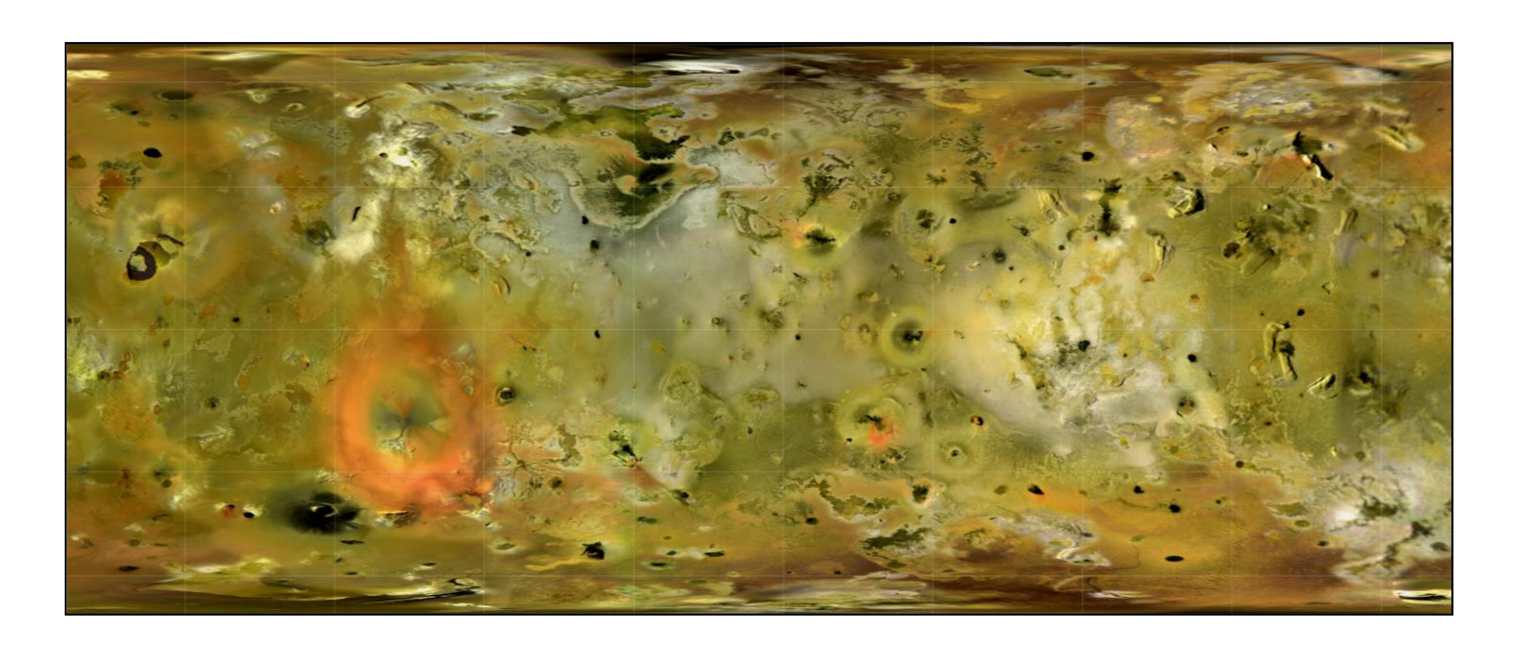
La sonda se acerca a Io para tomar medidas magnéticas y examinar el sitio de una erupción volcánica reciente, toma fotografias de su superficie, en especial el volcán Tvashtar Paterae, pasando a tan solo 200 Km de altitud, en esa zona se había visto una erupción volcánica, generando un gigantesco penacho de gases sólo siete meses antes, los científicos esperaban que el volcán siguiera activo durante el sobrevuelo de Galileo, los penachos volcánicos en las regiones polares de Io no se presentan a menudo y son de corta duración.





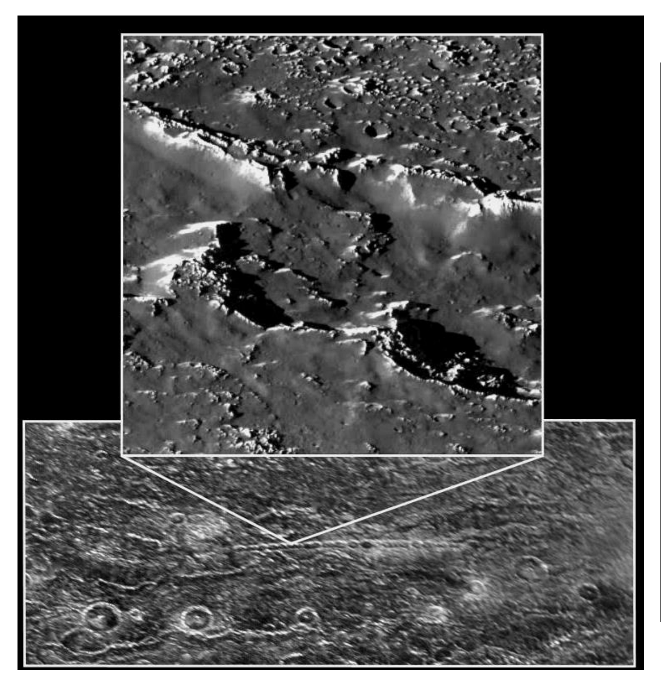


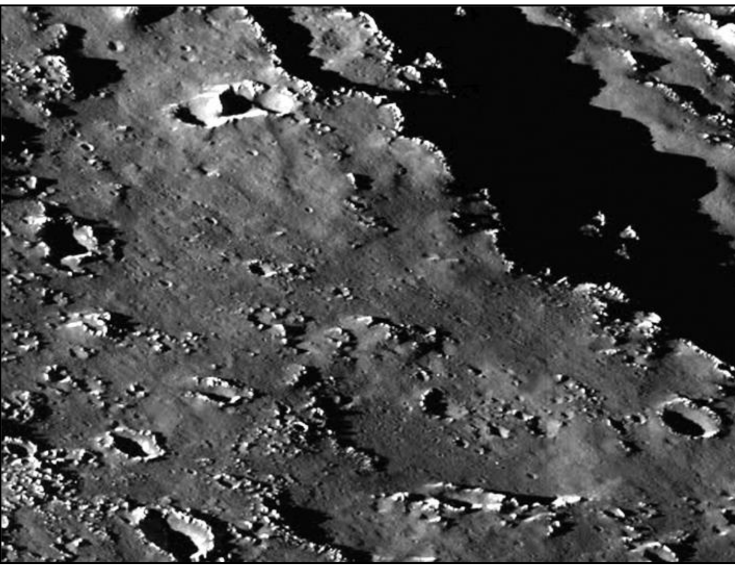
También existen protuberancias de marea en la corteza sólida de Io, el campo gravitacional de Júpiter y los campos gravitacionales de sus otras grandes lunas elevan las protuberancias en Io a alturas muy altas, las mareas flexionan la corteza de Io y calienta el interior de la luna generando una enorme fuente de energía interna que hace que los volcanes erupcionen constantemente lava y azufre, y que en algunos casos llegan a cientos de Km de altura.



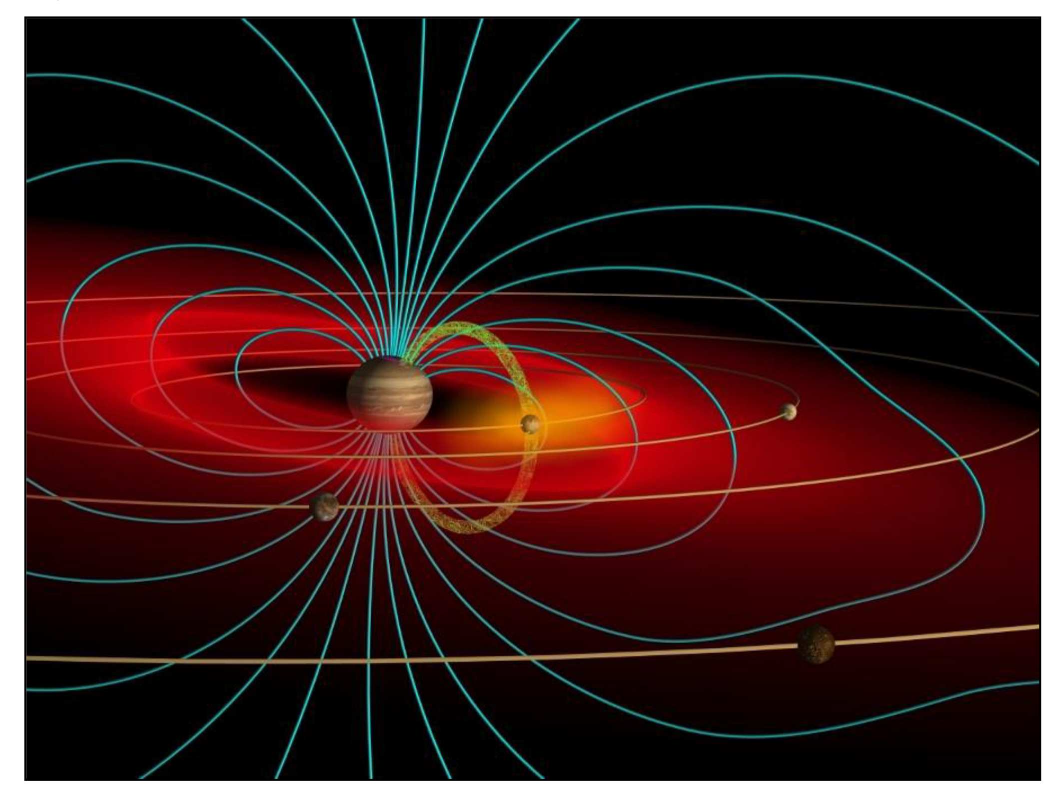
Callisto

La luna Callisto ofreció una sorpresa interesante, ya que antes se pensaba que su superficie se encontraba llena de cráteres, sin embargo, con los resultados obtenidos por Galileo se encontró que éstos son raros, de mucha antigüedad y que el planeta está totalmente cubierto por una capa de material oscuro.





En 1999, la sonda sufrió un bombardeo de radiación mientras se dirigía hacia Callisto, los científicos aún no saben qué fue los que realmente ocasionó este suceso, pero existen varias teorías: la sonda se encontraba cerca de Júpiter (el cual posee un ambiente de alta radiación), se encontraba también cerca de una capa de plasma (un área con múltiples partículas cargadas, atrapadas en un delgado disco que rota junto con el campo magnético joviano).



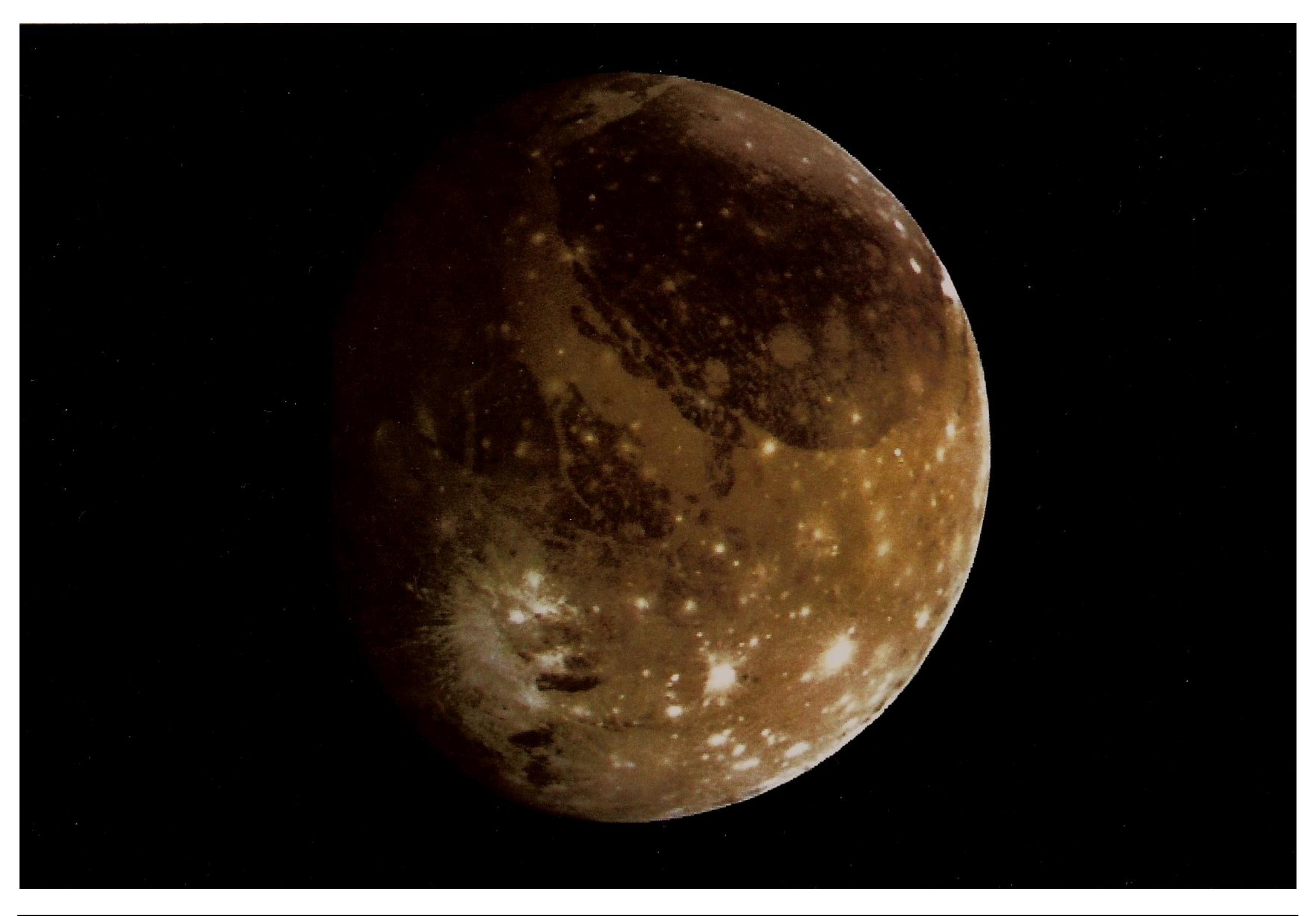
Ganímedes

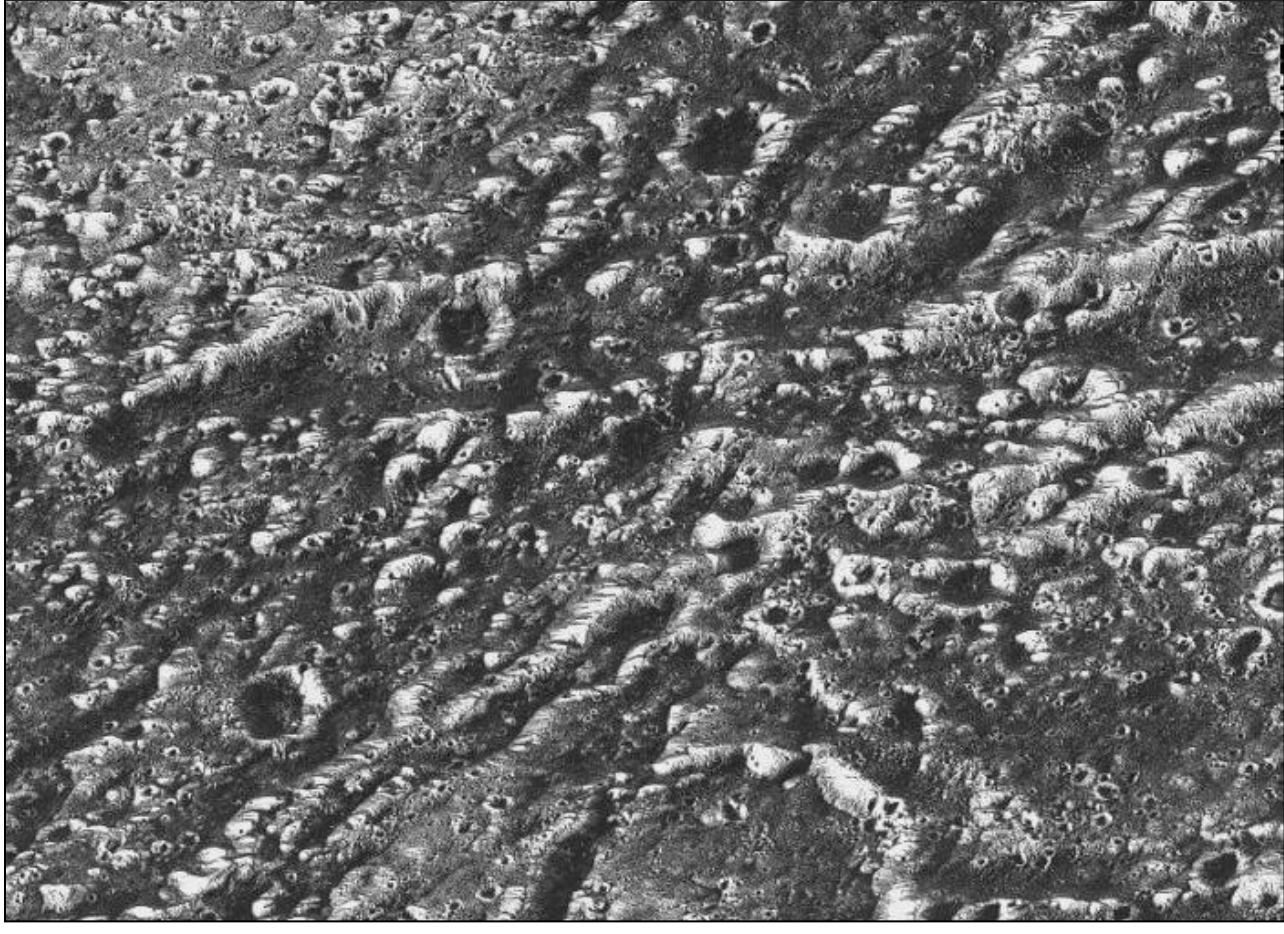
Es la luna más grande del sistema joviano (incluso más grande que el planeta Mercurio) y es la única que posee un campo magnético propio, estudios gravitacionales y magnéticos sugieren que el satélite ha sido objeto de una diferenciación sustancial, con un denso núcleo metálico, un importante núcleo rocoso exterior, un manto aún más grande y una relativamente delgada corteza rígida de hielo de agua salada, este tipo de diferenciación implica el calentamiento sustancial en algún momento del pasado y está sin duda relacionado con la actividad geológica visto en las zonas ranuradas de su superficie.











GMM (Misión Galileo Millenium)

La misión se prolonga una vez mas hasta el 2001 para hacer mas sobrevuelos sobre Io y Ganímedes para permitir obtener mas datos sobre estas lunas, coincide también con la misión Cassini/Huygens en su asistencia gravitatoria para seguir su viaje a Saturno, en diciembre de 2000 se hacen observaciones conjuntas por Galileo y Cassini/Huygens.





Finalmente ante el temor de que la nave Galileo pudiera caer en un futuro lejano sobre el satélite galileano Europa y su caída genere una contaminación con algún microorganismo que por error haya sido enviado desde la Tierra, se decide enviar la nave en colisión con el planeta Júpiter.

El 21-09-2003 la misión Galileo finaliza su fantástica misión, sumergiéndose y desintegrándose en la atmósfera de Júpiter, de esta manera se da por terminada una de las misiones espaciales más importantes de los últimos tiempos.







Contenidos astronómicos educativos

A través del canal de Youtube de la Sociedad Lunar Argentina (SLA) se los invita a disfrutar del ciclo de charlas educativas Café Lunar y a diversos videos que tratan temas sobre astronáutica observaciones de la Luna, Sistema Solar, instituciones, etc, aquí los correspondientes enlaces.

Selenografía
https://www.youtube.com/watch?v=Ydq6eYM7OMQ&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=12

Zonas brillantes de corta duración en el amanecer lunar
https://www.youtube.com/watch?v=_MCrm4wmTM0&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=3

Cráteres con rayos brillantes (en Luna llena)
https://www.youtube.com/watch?v=-5KqLI2mrsc&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=15

Un paseo por Mare Crisium
https://www.youtube.com/watch?v=3GNlaPnyVwY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=18

Que se puede observar en un eclipse de Luna
https://www.youtube.com/watch?v=0dYK5S-zvsk&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=19

Observación amateur de Dorsa lunares
https://www.youtube.com/watch?v=48aa9257olY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=16

Mercurio y su observación
https://www.youtube.com/watch?v=Tn3IvAQmYEo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh

Exploración del planeta Venus
https://www.youtube.com/watch?v=7nFz-iCDLJo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=14

Observación de cometas, magnitud visual y fotométrica
https://www.youtube.com/watch?v=SFeJIS7VChA&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=4

Observación de meteoros, las Áridas
https://www.youtube.com/watch?v=optq4-pkXYo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=17

Trapecio Austral, observando desde Mar del Plata, Argentina
https://www.youtube.com/watch?v=CfjDPcxpVYE&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=5

Dial Radio/TV, observación lunar por aficionados
https://www.youtube.com/watch?v=LeGtfCrefTs

LIADA, observación amateur de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=ttCN_hWf8R4

LIADA, regreso a la Luna… y mas allá
https://www.youtube.com/watch?v=21pcpk5-8eQ

LIADA, estudios científicos de los Fenómenos Lunares Transitorios
https://www.youtube.com/watch?v=UO8UFoQen7E

Bases lunares, historias y perspectivas
https://www.youtube.com/watch?v=rELeiz6pimw&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=8

Bases lunares, desafíos de la vida en la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=u_A53QQwbzs&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=9

Bases lunares, colonización
https://www.youtube.com/watch?v=1-ne2WBy2uE&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=10

Semana Internacional del Espacio, 50 años Apollo-15 - Investigando Palus Putredinis
https://www.youtube.com/watch?v=UvpEzgOqyAY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=11

Robertito, un proyecto lunar argentino
https://www.youtube.com/watch?v=F_7MRfraM7E&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=13

Cohetería en el aula
https://www.youtube.com/watch?v=K-pEeY6T_AQ&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=6

Artemis 1, la reconquista de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=MNAExx9N0JQ

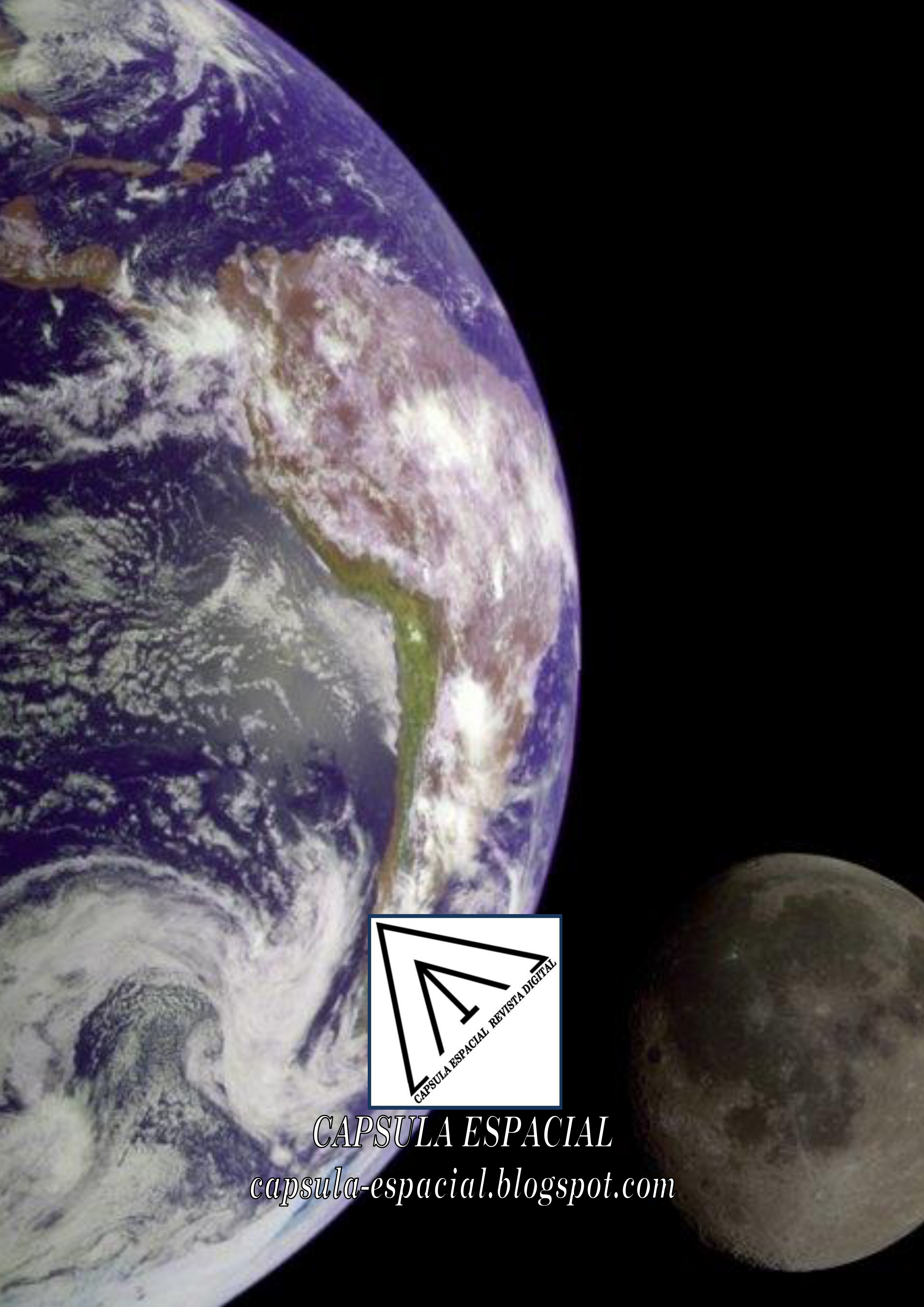
Fuentes de información y fotos vertidas en la publicación

NASA /JPL

The Galileo Messenger, JPL, NASA

The Planetary report, The Planetary Society

Wikipedia, enciclopedia virtual


CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com